



MINISTERUL
ENERGIEI



DOCUMENTAȚIE

PRIVIND AUDITUL ENERGETIC AL UNIVERSITATII DIN ORADEA



Oradea, februarie 2025



Contents

Lista de abrevieri.....	5
I. INTRODUCERE	6
1.1. Obiectul lucrării, conturul	6
1.1.1. Elemente de identificare ale auditorului energetic	6
1.1.2. Elemente de identificare ale beneficiarului lucrării	6
1.1.3. Conturul de bilanț.....	8
1.2. Succintă descriere a UOR.....	8
1.2.1. Descrierea generală a activității UOR.....	8
1.2.2. Structura universității	9
1.2.1. Cod CAEN al activităților desfășurate pe amplasament	14
1.2.4. Fluxul tehnologic și prezentarea sumara a procesului tehnologic.....	15
1.3. Echipamentul electric	17
1.3.1. Consumatori mari de putere	17
1.3.2. Generatoare electrice fotovoltaice.....	30
1.4. Unitatea de referință asociată BE[1]	32
1.5. Aparatele de măsură utilizate	32
II.MODELUL MATEMATIC AL BILANȚULUI ENERGETIC ELABORAT	38
2.1. Ecuațiile generale ale BEE	38
2.1.1. Postul de transformare și rețeaua de distribuție (PT+RED).....	38
2.2. BEE al unui grup de motoare asincrone alimentate dintr-un punct comun	39
2.3. Evaluarea pierderilor de putere și energie în liniile electrice.....	40
2.4. Modele matematice de prognoza a consumului de energie.....	41
III. REZULTATELE MĂSURĂTORILOR EFECTUATE.....	43
3.1. Măsurători efectuate cu AR.....	43
3.1.1. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR Biblioteca)	43
3.1.2. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR Corp T)	46
3.1.3. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp J).....	49
3.1.4. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR cantina)	52
3.1.5. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR PC3).....	55
3.1.6. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR inst. Epuisment S)	58
3.1. Măsurători efectuate pe consumatori	61
3.1.7. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp A)	61
3.1.8. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp B).....	61

3.1.9. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp C).....	61
3.1.10. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp D)	61
3.1.11. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp E).....	61
3.1.12. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp F)	61
3.1.13. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp I)	62
3.1.14. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp J).....	62
3.1.15. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp K)	62
3.1.16. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp L Geotermal)	62
3.1.17. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp L Hala geotermal)	62
3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M).....	62
3.1.19. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp N tâmplărie)	62
3.1.20. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp O atletism).....	63
3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M).....	63
3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M).....	63
3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M).....	63
3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M).....	63
3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M).....	63
3.2. Mărimi preluate din înregistrările UOR	64
3.2.1. Reprezentări grafice ale profilului de consum	67
IV. REZULTATE OBTINUTE CU REFERIRE LA BEC REAL.....	77
4.1. BEE real al PT și RED _p din cadrul UOR	77
4.2. BEE real al sistemului de iluminat din cadrul UOR	80
4.3. BEE real al sistemului de generare energie electrica sursa PV din cadrul UOR	83
4.4. BEE real al sistemului de pompe de căldura din cadrul UOR	84
4.5. BTE real al sistemului intern termoficare din cadrul UO	85
4.6. BEC real al conturului UO	85
4.7. Evaluarea indicatorilor de eficienta.....	88
4.7.1. Indicatorii de eficiență energetica	88
4.7.2. Impactul asupra mediului	89
V. Concluzii BE Optimizat	90
5.1. Concluzii BEC.....	90
5.1.1. Structură energetică.....	90
5.1.2. Performanța sistemelor fotovoltaice.....	90
5.1.3. Pierderi în rețelele de distribuție termică	90
5.1.4. Sistemul de iluminat.....	90
5.1.5. Pierderi în rețelele electrice.....	91
5.1.6. Pompele de căldură	92

5.1.7.2. Monitorizarea energiei electrice	95
5.1.7.3. Monitorizarea energiei termice	96
5.1.7.4. Monitorizarea consumului de apa	98
5.2. Masuri de îmbunătățire a eficienței energetice	102
5.3. Plan de masuri întocmit pe baza concluziilor BEC [1, 24]	103
BIBLIOGRAFIE	104
Anexa 1 – Copie autorizație auditor energetic	106

Lista de abrevieri

UOR - Universitatea din Oradea
AE – Audit energetic
AEE – Audit electroenergetic
PT – Procesul de transformare (transformatoarele, postul de transformare)
REDp – Reteaua Electrica de Distributie principala
TD – Tablou de distributie
TP – Transformator de putere
TSI – Transformator de servicii interne
ANRE – Agentia Nationala pentru Reglementari Energetice
BE – Bilant electroenergetic
CEB – Contue energetic de bilant
GES – Gaze cu Efect de Sera
SEN – Sistemul Electroenergetic National
LEA – Linie Electrica Aeriana
RET – Reteaua Energetica de Transport
DC – dispozitive de control
 k_f – coeficient de forma
EMS – Sistem de Management al Energiei
ISO 50001 – Standardul de Management al Energiei
IPMVP – Protocol de masurare si verificare a performantei energetice
VFD – convertizor de frecventa

I. INTRODUCERE

1.1. Obiectul lucrării, conturul

1.1.1. Elemente de identificare ale auditorului energetic

Denumire auditor:	S.C. Statprog Energie S.R.L.
Adresa:	Oradea, str. Sovata, nr.32
Telefon:	0040 742 633 462
E-mail:	florindanro@gmail.com
Auditor energetic clasa I - complex	Ciobanca Adrian
Documentul de atestare:	Autorizație nr.: 0151/ 25.01.2023
Auditor energetic clasa I - complex	Mich Claudiu
Documentul de atestare:	Autorizație nr.: 0150/ 25.01.2023
Auditor energetic clasa I - electroenergetic	Florin Dan
Documentul de atestare:	Autorizație nr.: 0211/ 31.01.2024
Auditor energetic clasa II - complex	Statprog Energie S.R.L.
Documentul de atestare:	Autorizație nr.: 0038/ 30.05.2023

1.1.2. Elemente de identificare ale beneficiarului lucrării

Denumire companie:	UNIVERSITATEA DIN ORADEA
Adresa:	Str. Universitatii. Nr. 1, Oradea, Bihor
Contract realizare AEE:	NR.: 2441/27.05.2024
Persoana contact:	Constantin Bungău
E-mail:	rectorat@uoradea.ro

Intocmit

Auditor Energetic Autorizat Clasa II

Denumire auditor

S.C. Statprog Energie S.R.L.

Ștampila și semnatura:



MINISTERUL
ENERGIEI
DIRECȚIA EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

Clasa II

Autorizație nr.
0038 /30.05.2023

S.C. STATPROG ENERGIE S.R.L.
AUDITOR COMPLEX

Prezentul raport conține rezultatele Auditului Energetic (AE) efectuat asupra UNIVERSITATEA DIN ORADEA (UOR).

În conformitate cu contract nr. **2441/27.05.2025**, AE se face pe conturul de bilant **UNIVERSITATEA DIN ORADEA**, determinat de intregul contur energetic cu toate componentele semnificative.

AE s-a efectuat în conformitate cu "Ghid de elaborare a auditurilor energetice ,aprobat prin Decizia ANRE 2123/2014"[1], parte integrantă a ordinului ARCE nr. 245, confirmat prin Ordinul nr. 85/2014 al președintelui ANRE. S-au utilizat, de asemenea, celelalte surse bibliografice fundamentale pentru AE, înscrise în lista inclusă în prezentul raport.

Pe baza măsurătorilor și a caracteristicilor echipamentelor și instalațiilor cuprinse în contur[6], s-a efectuat bilanțul electroenergetic (BE) real, iar prin identificarea unor măsuri de reducere a consumului de energie s-a elaborat BE optimizat.

Documentația cuprinde, de asemenea, evaluări privind eficiența energetică a proceselor de conversie și transformare a energiei din **UOR**, calculul de eficiență economică pentru principalele măsuri de optimizare identificate și evaluarea impactului asupra mediului prin emisiile de gaze cu efect de sera(GES).



1.1.3. Conturul de bilanț

- **Intrări energetice:**

- *energia electrica la punctul de delimitarea de SEN(ca intrare de flux energetic);**
 - *energia termica la punctul de delimitare (sonda foraj geotermal);**
 - *energia termica la punctul de delimitare (SACET);**
 - *energia termica asociata gaz natural la punctul de delimitare(ca intrare de flux energetic).**

- **Ieșiri:**

- *energia utila transmisa procesului tehnologic + pierderi**

Conturul de bilanț este definit de energia electrica utilizata in conturul energetic UOR (echipamente specificate in capitolul III Rezultatele măsurătorilor efectuate). Procesele tehnologice cuprinse in acest contur sunt cele care contribuie la realizarea produselor finite.

1.2. Succintă descriere a UOR

Universitatea din Oradea (UO) este o instituție de învățământ superior de interes public, atestată de educație și cercetare științifică, înființată prin HGR nr. 460/1990. Universitatea din Oradea (UO) este una dintre cele mai importante instituții de învățământ superior din vestul României, fondată în 1990. Aceasta oferă o gamă largă de programe de studii la nivel de licență, masterat și doctorat, acoperind diverse domenii precum științe umaniste, științe sociale, științe exacte, inginerie, arte și medicină. Universitatea este recunoscută pentru calitatea educației, cercetarea științifică și implicarea în comunitate, având peste 10.000 de studenți și un cadru didactic bine pregătit.

1.2.1. Descrierea generală a activității UOR

Universitatea din Oradea joacă un rol esențial în dezvoltarea societății prin educație, cercetare și inovație. Prin programele sale academice, universitatea pregătește viitori profesioniști capabili să răspundă cerințelor pieței muncii și să contribuie la progresul social și economic. De asemenea, UO este implicată în proiecte de cercetare naționale și internaționale, colaborând cu instituții academice și parteneri industriali. Universitatea promovează valori

precum excelența academică, responsabilitatea socială și respectul pentru diversitate, contribuind la formarea unei societăți bazate pe cunoaștere.

1.2.2. Structura universității

Universitatea din Oradea este organizată în 15 facultăți și departamente, acoperind o varietate de domenii de studiu. Structura sa include **facultățile**:

- Facultatea de Arte;
- 2. Facultatea de Construcții, Cadastru și Arhitectură;
- 3. Facultatea de Drept;
- 4. Facultatea de Geografie, Turism și Sport;
- 5. Facultatea de Informatică și Științe;
- 6. Facultatea de Inginerie Electrică și Tehnologia Informației;
- 7. Facultatea de Inginerie Energetică și Management Industrial;
- 8. Facultatea de Inginerie Managerială și Tehnologică;
- 9. Facultatea de Istorie, Relații Internaționale, Științe Politice și Științele Comunicării;
- 10. Facultatea de Litere;
- 11. Facultatea de Medicină și Farmacie;
- 12. Facultatea de Protecție a Mediului;
- 13. Facultatea de Științe Economice;
- 14. Facultatea de Științe Socio-Umane;
- 15. Facultatea de Teologie Ortodoxă “ Episcop Dr. Vasile Coman”.si departamentele, serviciile:
- Departamente și Centre de Cercetare:
- Departamente specializate în fiecare facultate pentru susținerea activității didactice și de cercetare.
- Centre de cercetare interdisciplinare care promovează inovația și colaborarea științifică.
- Administrație și Servicii:
- Rectoratul și birourile administrative care gestionează activitățile universității.
- Servicii pentru studenți, cum ar fi biroul de relații internaționale, biroul de carieră și servicii de consiliere.

• **Energia electrică** este asigurată de la rețeaua de distribuție din zonă, în baza contractului de furnizare a energiei electrice, furnizor Electrica Furnizare S.A.

Mai jos prezentam lista principalelor locatii alimentare cu energie electrica din SEN:

POD	Adresa	descriere	
594040200002330279	Str. UNIVERSITATII nr. 1 camp , ORADEA, judetul BIHOR	Geotermal	Campus A (Geotermal)
594040200002702755	Str. FAGARASULUI nr. 4611 3 , ORADEA, judetul BIHOR	CAMINE STUDENTESTI	Campus A (Cămin nou)
594040200003053955	Str. UNIVERSITATII nr. 1 camp , ORADEA, judetul BIHOR	FACULTATEA DE MUZICA	Campus A (Fac Muzica)
594040200002632090	Str. UNIVERSITATII nr. 1 camp , ORADEA, judetul BIHOR	Biblioteca	Campus A (Biblioteca)
594040200002330200	UNIVERSITATII nr. 1 hala , ORADEA, judetul BIHOR	Hala	Campus A (Universități nr. 1 Hala T)
594040200002357115	Str. UNIVERSITATII nr. 1 camp , ORADEA, judetul BIHOR	Campus I	Campus A (Universități nr. 1)
594040200003090363	Str. UNIVERSITATII nr. 4 ., bl. . , ORADEA, judetul BIHOR	C41	Campus B (Universități nr.4 C 41)
594040200003090301	Str. UNIVERSITATII nr. 4 ., bl. . , ORADEA, judetul BIHOR	C54	Campus B (Universități nr.4 C 54)
594040200002632823	Str. UNIVERSITATII nr. 4 ., bl. . , ORADEA, judetul BIHOR	Campus III	Campus B (Universități nr.4)
594040200003120497	Str. UNIVERSITATII nr. 1 camp , ORADEA, judetul BIHOR	UNIVERSITATE v3-c4	Campus A (V3-C4)
594040200002866198	Str. UNIVERSITATII nr. 6 , ORADEA, judetul BIHOR	Campus II	Campus B (Universități nr.6)

- Agentul termic din apa geotermala utilizat pentru procesele de încălzire a spatiilor de învățământ si administrative este furnizat de Transgex S.A. prin forajul 4796 din incinta UO.
- Gazele naturale utilizate pentru procesele de încălzire a spatiilor de învățământ si administrative sunt furnizate în baza contractelor de furnizare nr.:
- Locatie: str. Traian Blajovici nr. 2 – Loc consum: DGV13642 - contract nr. 1500/06.02.2023;
- Locatie: str. Dimitrie Bolintineanu nr. 1 – Loc consum: DGV25546 - contract nr. 1500/06.02.2023;
- Locatie: str. Fagarasului nr. FN – Loc consum: DGV13643 - contract nr. 1500/06.02.2023;
- Locatie: str. Universitatii nr. 4-6 – Loc consum: DGV13641 - contract nr. 1500/06.02.2023 .

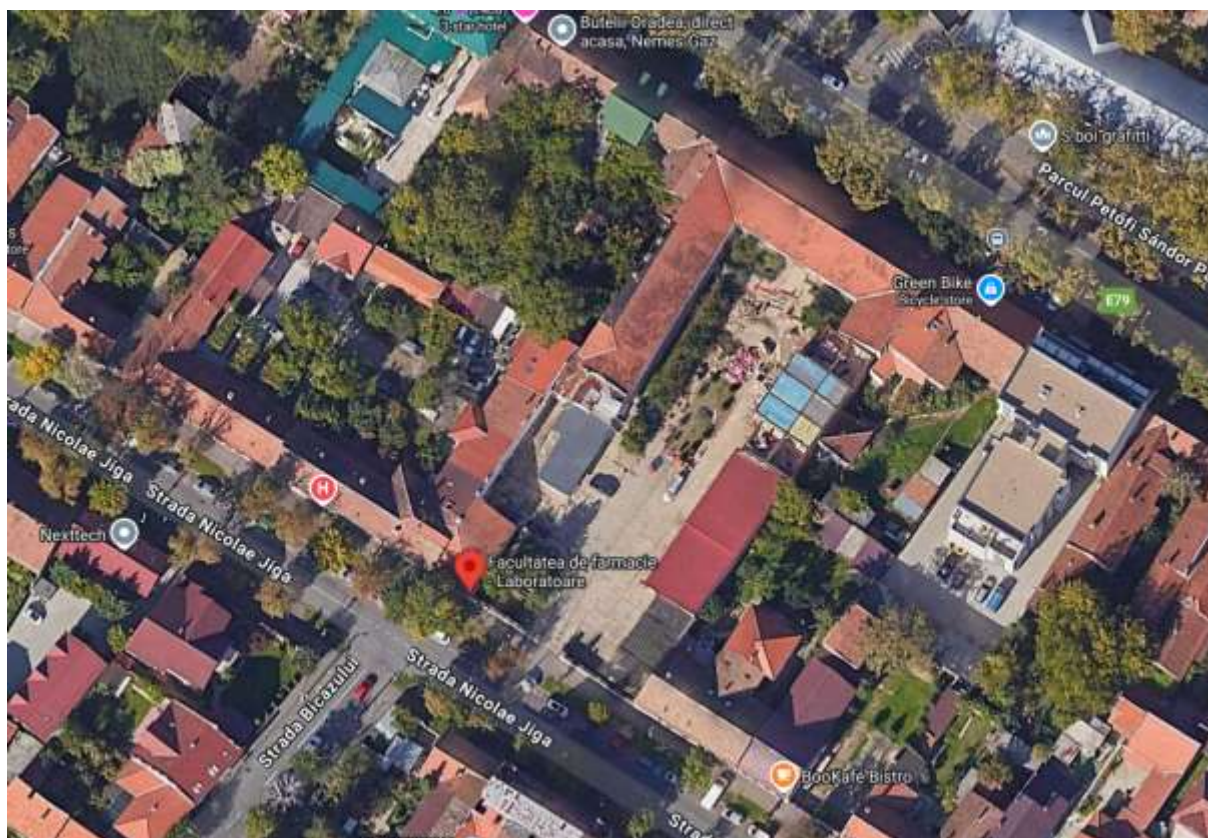


Fig. 1.3. Imagine satelit facilități UOR Campus C (Nicolae Jiga 29)

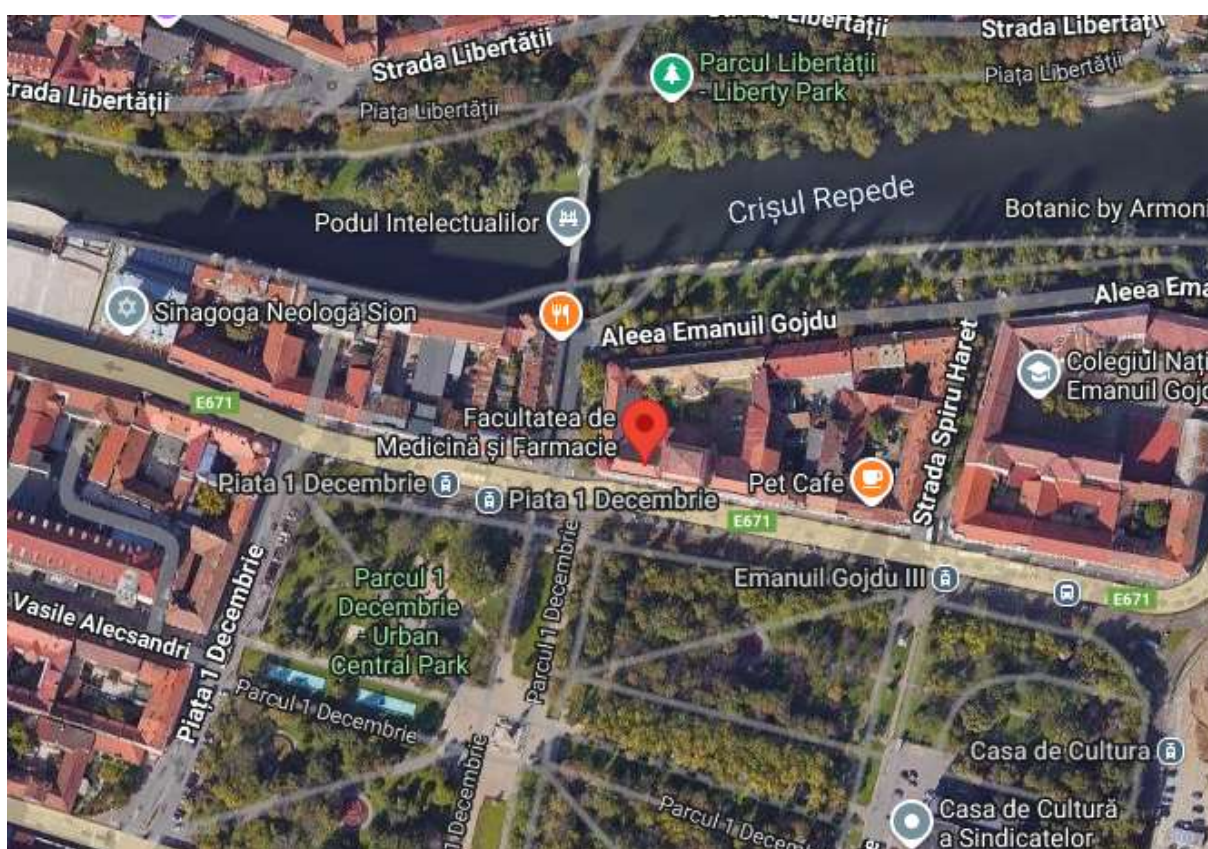


Fig. 1.4. Imagine satelit facilități UOR Campus C (P-ța 1 Decembrie nr. 10)

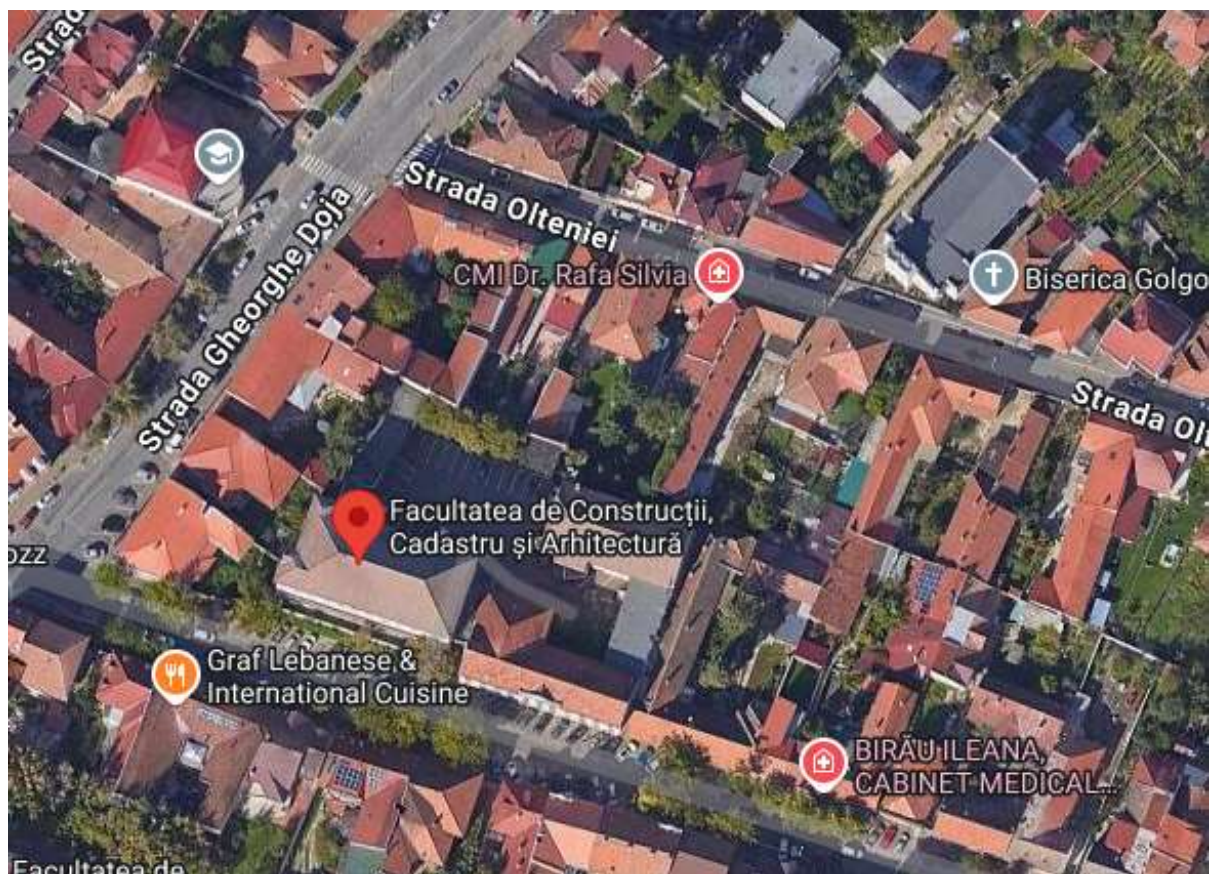


Fig. 1.5. Imagine satelit facilități UOR Campus D (Barbu Ștefănescu Delavrancea nr.4)

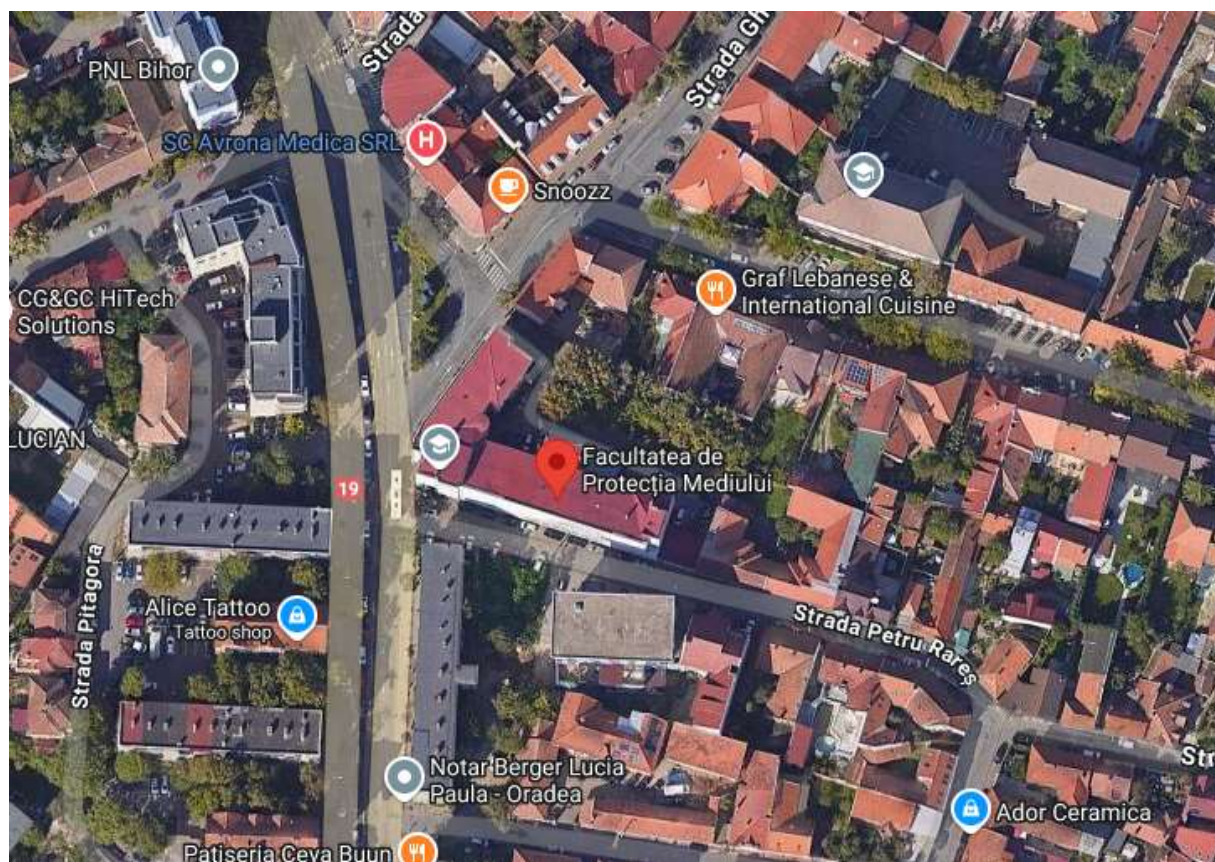


Fig. 1.6. Imagine satelit facilități UOR Campus D (Magheru nr. 26)

1.2.1. Cod CAEN al activităților desfășurate pe amplasament

Tabelul 1.1. Codul CAEN al activităților desfășurate pe amplasament:

Cod CAEN rev. 2	Denumirea activității
8542	Învățământ superior universitar

1.2.4. Fluxul tehnologic si prezentarea sumara a procesului tehnologic

Activitățile UOR sunt:

1. Planificare și management strategic

- Definirea viziunii, misiunii și obiectivelor instituției
- Elaborarea planurilor strategice și a programelor de studii
- Stabilirea bugetului și alocarea resurselor

2. Admitere și înscriere

- Promovarea ofertelor educaționale și a programelor de studii
- Organizarea procesului de admitere (concursuri, examene de admitere)
- Înscrierea și înregistrarea studenților

3. Furnizarea procesului educațional

- Planificarea și organizarea orarului de cursuri, seminarii și laboratoare
- Predare și activități didactice (prelegeri, seminarii, proiecte)
- Monitorizarea progresului și suport academic (tutorat, consiliere)

4. Activități de cercetare și inovare

- Identificarea și dezvoltarea proiectelor de cercetare
- Colaborări cu parteneri naționali și internaționali
- Publicarea rezultatelor și participarea la conferințe

5. Evaluare și asigurarea calității

- Organizarea sistemului de evaluare internă (examinări, teste, evaluări formative și sumative)
- Implementarea procedurilor de asigurare a calității (acreditări, audit intern)
- Feedback continuu și îmbunătățirea proceselor educaționale

6. Servicii administrative și suport

- Managementul resurselor umane și al infrastructurii (IT, biblioteci, laboratoare)
- Servicii financiare și administrative (contabilitate, relații cu studenții)
- Gestionarea logisticii și a resurselor materiale

7. Relații internaționale și colaborări

- Dezvoltarea parteneriatelor academice și de cercetare internaționale
- Programe de schimb și mobilitate academică
- Participarea în rețele și proiecte europene/internaționale

8. Absolvire și cariere

- Organizarea ceremoniei de absolvire și emiterea diplomelor
- Servicii de consiliere în carieră și plasare profesională
- Menținerea relațiilor cu alumni și dezvoltarea rețelelor de colaborare

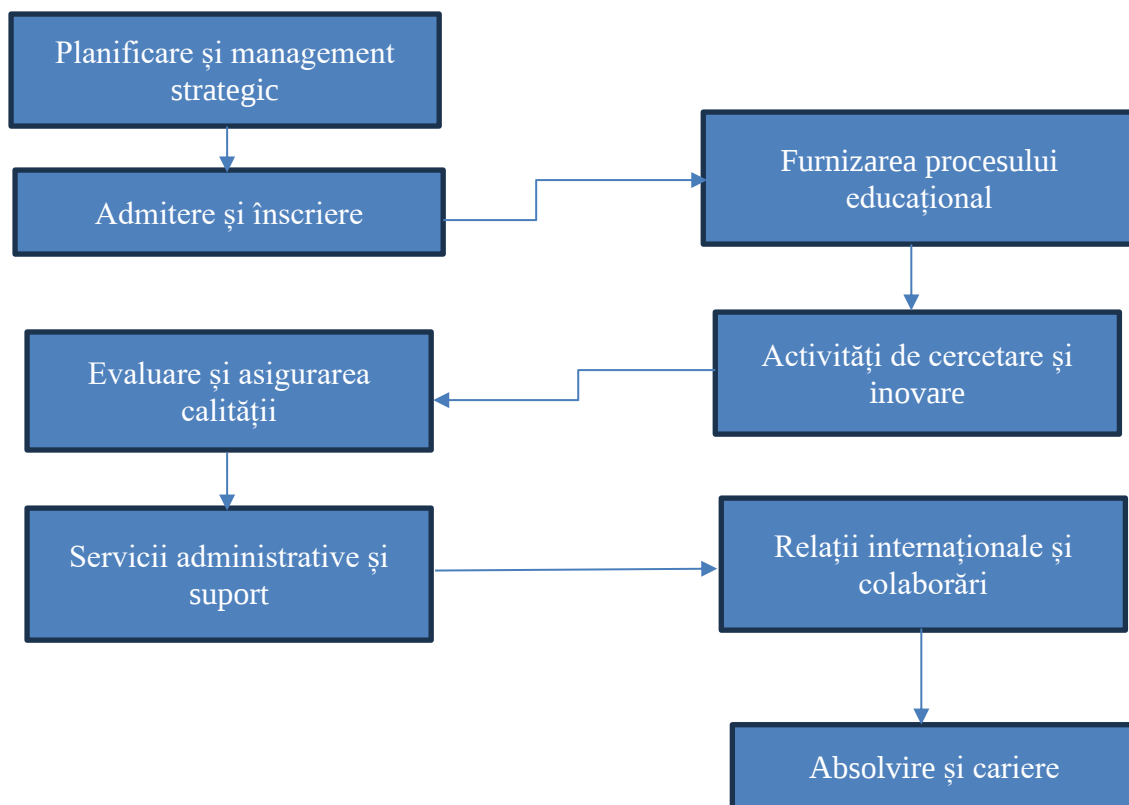


Fig. 1.4. Schema fluxului tehnologic UOR .



1.3. Echipamentul electric

1.3.1. Consumatori mari de putere

Vor fi considerați consumatorii care au o putere instalata mai mare si sunt cuprinși in conturul de bilanț. Acești consumatori vor fi enumerați in tabel 1.2. ÷ 1.15.:

Tabelul 1.2. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR - Biblioteca

Campus	Clădire	Sala/hol/ wc/exterior	Etaj	Corp iluminat cu senzor	Bec incandescent/ buc/w	W	Tot W	Tub led /buc	W	Total W
	BIBLIOTECA		INTRARE CLADIRE		21	60	1260			
	BIBLIOTECA		DEMISOL					50	15	750
	BIBLIOTECA		parter					275	6.6	1815
								190	15	2850
	BIBLIOTECA		Etaj1					380	6.6	2508
								190	15	2850
	BIBLIOTECA		Etaj2					360	6.6	2376
								280	15	4200
	BIBLIOTECA		Etaj3					260	6.6	1716
								280	15	4200
	BIBLIOTECA		Etaj4					260	6.6	1716
								280	15	4200
	BIBLIOTECA		POD		20	60	1200	8	15	120
	BIBLIOTECA		Scari laterale					96	6.6	633.6
	TOTAL				41		2460	2909		29934.6
TOTAL BIBLIOTECA		32394.6	W	32.4	kW					

Tabelul 1.3. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Cămin C1

Etaj	Corp iluminat cu senzor	Bec incandescent /buc/w	Bec led/ buc	W	Tot W	Tub fluorescent corp	Buc. Tub fluorescent	W	Tot W	Tub led corp /buc/w	W	Tot W
Parter			45	13	585	4	8	18	144			
Parter						33	66	36	2376			
1			43	13	559	5	10	18	180			
1						28	56	36	2016			
2			43	13	559	4	8	18	144	4	48	192
2						36	72	36	2592			
3			43	13	559	4	8	18	144	4	48	192
3						24	48	36	1728			
Masarda			59	13	767	6	12	18	216	6	48	288
Masarda						6	12	36	432			
TOTAL			233		3029		300		9972	14		672
TOTAL C1	13673	W			13.67	kW						

Tabelul 1.4. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Cămin C2

Cladire	Sala /hol/ wc/ exterior	Etaj	Corp iluminat cu senzor	Bec incandescent/ buc/ w	Bec led/buc	W	Tot W	Tub fluorescent corp	Buc. Tub fluorescent	W	Tot W	Tub led corp /buc/w	W	Tot W
Camin C2		Parter			44	13	572	1	2	18	36			
Camin C2		Parter						6	12	36	432			
Camin C2		1			43	13	559	10	20	18	360			
Camin C2		1						28	28	36	1008			
Camin C2		2			43	13	559	10	20	18	360	4	48	192
Camin C2		2						27	27	36	972			

Camin C2		3			45	13	585	9	18	18	324	4	48	192
Camin C2		3						22	22	36	792			
Camin C2		Masarda			58	13	754	6	12	18	216	6	48	288
Camin C2		Masarda						7	7	36	252			
TOTAL					233		3029		168		4752	14		672
TOTAL C2	8453	W			8.45	kW								

Tabelul 1.5. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Cămin C3

Cladire	Sala/ hol/ wc/ exterior	Etaj	Corp iluminat cu senzor	Bec incandescent /buc/w	Bec led /buc /w	W	Tot W	Tub fluorescent corp /buc/w	Buc. Tub fluorescent	W	Tot W
Camin C3		Parter			30	13	390	11	22	36	792
Camin C3		1			33	13	429	12	24	36	864
Camin C3		2			32	13	416	15	30	36	1080
Camin C3		3			33	13	429	12	24	36	864
Camin C3		4			33	13	429	12	24	36	864
Camin C3	Exterior				4	13	52				
TOTAL					165		2145		124		4464
TOTAL C3	6609	W			6.6	kW					

Tabelul 1.6. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Cămin C4

Campus	Cladire	Sala /hol /wc /exterior	Etaj	Corp iluminat cu senzor	W	Tot W	Bec incandescent /buc/w	Bec led/buc	W	Tot W	Tub fluorescent corp/buc	Buc. Tub fluorescent	W	Tot W
1	Camin C4		Parter	28	48	1344		104	13	1352	14	14	18	252
1	Camin C4		Parter								9	36	18	648
1	Camin C4		Parter								2	4	36	144

1	Camin C4		1	32	48	1536		104	13	1352	14	14	18	252
1	Camin C4		1								2	4	18	72
1	Camin C4		1								9	36	18	648
1	Camin C4		1								3	6	36	216
1	Camin C4		2	32	48	1536		104	13	1352	14	14	18	252
1	Camin C4		2								7	28	18	504
1	Camin C4		2								3	6	18	108
1	Camin C4		2								3	6	36	216
1	Camin C4		3	32	48	1536		108	13	1404	14	14	18	252
1	Camin C4		3								7	28	18	504
1	Camin C4		3								3	6	18	108
1	Camin C4		3								3	6	36	216
1	Camin C4		4	22	48	1536		49	13	637	14	14	18	252
1	Camin C4		4								7	28	18	504
1	Camin C4		4								3	6	18	108
1	Camin C4		4								3	6	36	216
1	Camin C4		Subsol					45	13	585				
1	Camin C4	Exterior						4	13	52				
1	Camin C4	Punct termic									9	18	36	648
TOTAL				146		7488		518		6734		294		6120
TOTAL C4	20342	W				20.34	kW							

Tabelul 1.7. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Constructii- B.S.Delavrancea, nr.4

Campus	Cladire	Etaj	Corp iluminat cu senzor	w	Tot w	Bec incandescent /buc	w	Tot w	Bec led /buc	w	Tot w	Tub fluorescent / corp	Buc. Tub fluorescent	w	Tot w
F.Constr	B	Parter	5	40	200				10	10	100				
F.Constr	B	Parter							5	18	90				
F.Constr	B	Parter										29	58	36	2088
F.Constr	B	Parter										1	2	18	36
F.Constr	B	Etaj 1										27	54	36	1944
F.Constr	B	Etaj 1										6	12	18	216
F.Constr	B	Etaj 1							1	18	18				
F.Constr	Curte					2	400	800							
F.Constr	A	Demisol										40	80	36	2880
F.Constr	A	Demisol	4	40	160				8	10	80				
F.Constr	A	Demisol							9	18	162				
F.Constr	A	Parter	13	40	520				26	10	260				
F.Constr	A	Parter										42	84	36	3024
F.Constr	A	Parter										4	8	18	144
F.Constr	A	Parter							4	18	72				
F.Constr	A	Etaj 1	12	40	480				24	10	240				
F.Constr	A	Etaj 1										36	72	36	2592
F.Constr	A	Etaj 1										3	6	18	108
F.Constr	A	Etaj 1							6	18	108				
F.Constr	A	Etaj 2	9	40	360				18	21	378				
F.Constr	A	Etaj 2	8	40	320				16	10	160				
F.Constr	A	Etaj 2										36	72	36	2592
F.Constr	A	Etaj 2							7	18	126				
F.Constr	A	Etaj 3										44	88	36	3168
F.Constr	A	Etaj 3							12	18	216				
F.Constr	A	Etaj 4										36	72	36	2592
F.Constr	A	Etaj 4							9	18	162				

F.Constr	A	Etaj 4	8	40	320				16	10	160				
F.Constr	A1/ A2	Parter										86	172	36	6192
F.Constr	A1/ A2	Parter										21	42	18	756
F.Constr	A1/ A2	Parter							3	18	54				
			59		2360	2		800	174		2386		822		28332
TOTAL	33878	W				33.9	kW								

Tabelul 1.8. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Campus A, B si E

Cam pus	Clad ire	Plafon ieră led dr.	W	To t W	Plafon iere led pătrat ă	W 2	To t W	Corp ilumi nat cu senz or	W 3	To t W 3	Bec incandescen t/buc/w	W 4	To t W 4	Bec led/b uc/w	W 5	To t W 5	Tub fluores cent corp	Buc. Tub fluores cent	W 6	Tot W6	Tub led corp/b uc/w	W 62	To t W 62	Haloge n/buc	W 7	To t W 63
Cam pus A	A										12	1 0 0	12 00				115	230	3 6	828 0						
																	15	15	1 8	270						
Cam pus A	B				6	1 2	72				27	1 0 0	27 00	3	2 4	72	243	48	1 8	864						
																	17	17	3 6	612						
																	2	8	3 6	288						
																	20	20	1 8	360						
																	4	8	1 8	144						
Cam pus A	C										5	1 5 0	75 0				389	778	3 6	280 08						
																	72	144	1 8	259 2						
Cam pus A	D	8	2 4	19 2	117	1 8	21 06							14	6	84	1	1	3 6	36	4	20 0	80 0			

Cam pus A	E	261	2 4	62 64	29	6	17 4	101	2 4	24 24				68	6	40 8	34	34	3 6	122 4	10	20 0	20 00			
Cam pus A	F	158	2 4	37 92	14	1 8	25 2							22	6	13 2					2	20 0	40 0			
Cam pus A	G										2	1 5 0	30 0				16	32	3 6	115 2						
Cam pus A	H										1	1 5 0	15 0				19	38	3 6	136 8						
Cam pus A	I																66	132	3 6	475 2						
																	8	16	1 8	288						
Cam pus A	J	1	1 8	18	21	6	12 6							14	6	84										
					34	2 4	81 6																			
Cam pus A	K																8	16	3 6	576						
Cam pus A	L										1	1 0 0	10 0				106	212	3 6	763 2						
																	1	1	3 6	36						
																	31	62	1 8	111 6						
																	12	48	1 8	864						
Cam pus A	M										7	1 0 0	70 0				68	136	3 6	489 6						
																	3	3	3 6	108						
																	13	26	1 8	468						
Cam pus A	N										1	7 5	75				8	8	3 6	288						
Cam pus A	O										1	1 0 0	10 0				28	56	3 6	201 6				48	1 0 0	48 00

																	9	18	1 8	324								
Cam pus A	P				17	1 8	30 6	12	2 4	28 8				50	6	30 0	20	40	3 6	144 0								
								12	1 8	21 6							14	14	1 8	252								
Cam pus A	T													23	6	13 8	226	452	3 6	162 72								
																	43	43	3 6	154 8								
																	1	1	1 8	18								
																	19	76	1 8	136 8								
Cam pus A	V1				28	1 8	50 4							7	6	42	1	2	3 6	72								
Cam pus A	V2																90	360	1 8	648 0								
																	5	5	1 8	90								
Cam pus A	V3	96	2 4	23 04				32	2 4	76 8				4	6	24							11	6	66			
		56	1 8	10 08																								
Cam pus B	V				14	1 8	25 2							12	6	72	103	206	3 6	741 6								
																	86	86	3 6	309 6								
																	40	80	1 8	144 0								
																	4	4	1 8	72								
Cam pus B	X parțial				30	1 8	54 0																					
					2	1 2	24																					
Cam pus B	Y													12	6	72	20	40	3 6	144 0								
																	4	4	1 8	72								

Cam pus B	Z	12	2 4	28 8												15	30	3 6	108 0							
																3	3	3 6	108							
	C48												14	6	84	54	216	1 8	388 8							
	C49	39	2 4	93 6							12	7 5	90 0	9	6	54	1	1	1 8	18						
	C51												1	6	6	121	242	3 6	871 2							
																18	36	1 8	648							
	C52												20	6	12 0	44	88	3 6	316 8							
																55	110	1 8	198 0							
	C53	101	2 4	24 24	12	1 2	14 4						12	6	72											
	C54	82	8 2	19 69	12	1 2	14 4						12	6	72											
	C55	56	5 6	13 44	11	1 2	13 2						14	6	84											
	C57										36	1 0 0	36 00	9	6	54	121	484	1 8	871 2						
																11	22	1 8	396							
																18	36	1 2	432							
camp us A	Sala de Jocu ri												112	1 2	13 44	23	46	3 6	165 6							
																18	18	3 6	648							
																11	22	1 8	396							
																14	14	1 8	252							
Cam pus A	Casa Muz icii	3	2 4	72	79	1 8	14 22	6	6	36			482	6	28 92											
		18	6	10 8																						
Campus E Blajovici											2	7 5	15 0				10	10	1 8	180						

Total		891		207	426		70	163		37	107		107	914		62		4898		141	27		32	48		48
I				19			14			32			25			10				912			66			00
Total Campus		19837	W				198.4		kW																	
A si B		8																								

Tabelul 1.9. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Campus C - Medicina si Farmacie

Campus	Cladire	exterior	Subsol	parter	Etaj	Corp iluminat cu senzor	w	Total w	Bec incandescent / buc /w	w	Total w	Bec led /buc /w	w	Total w	Corp cu tub fluorescent	Buc. Tub fluorescent	w	Total w
Campus C	Medicina								4	300	1200							
Campus C	Medicina														20	40	36	1440
Campus C	Medicina								23	100	2300				358	716	36	25776
															6	12	18	216
Campus C	Medicina														450	900	36	32400
															9	36	16	576
Campus C1	Farmacie								6	100	600				20	40	36	1440
Campus C2	Farmacie					4	30	120	3	100	300				12	24	36	864
															6	6	18	108
Campus C3	Farmacie														121	242	36	8712
															12	24	18	432
Campus C4	Farmacie														70	140	36	5040
															4	8	18	144
															7	7	18	126
Campus C5	Farmacie											71	50	3550				
Campus C62x2x	Farmacie														27	54	36	1944
															2	2	36	72
Total medicina		63908	W			63.9	kW											
Total Farmacie		23452	W			23.5	kW											

Tabelul 1.10. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Campus A, B si E – Iluminat pietonal si perimetral

Campus	Tip stâlp	Cantitate	Tip corp iluminat	Pi corp iluminat [W]	Pi totala [W]
A	Stâlpi metalici	53	LED	27	1431
A	Lămpi	3	LED	40	120
B	Stâlpi beton	9	Halogenuri metalice	200	1800
B	Stâlpi lemn	11	Halogenuri metalice	200	2200
E	Stâlpi lemn	2	Halogenuri metalice	200	400
TOTAL	5.951	kWh			

Tabelul 1.11. Consumatorii electrici cuprinși în conturul de bilanț UOR – PT Geotermal

Nr.crt.	Denumire echipament	P.I.	Cantitate	Localizare	Observatii
Punct termic principal-Corp L-Geotermal-Campus A					
6	Pompa circulație Tip Caprari	18 kW	1	PT Geotermal	
7	Pompa circulație Tip Grundfos	15 kW	1	PT Geotermal	
8	Pompe de circulație AIU de tip Wilo	7,5kW	2	PT Geotermal	
9	Pompă electronică de circulație Biral	16-423W	5	PT Geotermal	
10	Pompă electronică de circulație Biral	25-279W	1	PT Geotermal	
11	Pompă electronică de circulație Biral	1,5Kw	1	PT Geotermal	
12	Pompă electronică de circulație Biral	7,5Kw	1	PT Geotermal	
13	Pompă electronică de circulație Biral	16-423W	2	PT Geotermal	
14	Pompă electronică de circulație Biral	18-352W	1	PT Geotermal	
15	Pompă electronică de circulație Biral	21-488W	2	PT Geotermal	
16	Pompă electronică de circulație Biral	25-759W	3	PT Geotermal	
17	Electrovana B3S	25W	2	PT Geotermal	
18	Electrovana B3S	15W	1	PT Geotermal	
19	Pompe de caldura aer-apă Termocool	60kW	5	PT Geotermal	Afara langa cladire
20	Pompe apă-apă, Dimplex	140kW	2	PT Geotermal	In interiorul PT

Tabelul 1.12. Consumatorii electrici cuprinși în conturul de bilanț UOR – PT Corp D - Campus A

2	Pompa recirculare circuit puffer sec.SCP	21-488 W	1	Cop D
---	--	----------	---	-------

3	Pompa recirculare circuit exterior contine glicol	21-488 W	1	Cop D
4	Electrovana	2 W	1	Cop D
5	Pompă aer-apă Kronoterm	90Kw	1	Cop D

Tabelul 1.13. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Punct termic geotermal secundar-Camin C402, -Campus A

4	Pompa EVOPLUS B variabila circuit camin	1210W	1	Camin C4
5	Simens SK B 32,51-reglaj temperatura		1	Camin C4
6	Pompa circulatie WILO		1	Camin C4
7	SIEMENS SAX 31-reglaj temperatura		1	Camin C4

Tabelul 1.14. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Punct termic Sala de jocuri-Campus A

3	Pompa circulatie WILO NR1	195W	1	0.195	Sala Jocuri
4	Pompa circulatie WILO NR2	400W	1	0.4	Sala Jocuri
5	Pompa circulatie WILO NR3	400W	1	0.4	Sala Jocuri
6	Pompa circulatie WILO NR4	400W	1	0.4	Sala Jocuri
7	Pompa circulatie WILO NR5	400W	1	0.4	Sala Jocuri
8	Pompa circulatie BIRAL NR6	329W	1	0.329	Sala Jocuri

Tabelul 1.15. Consumatorii electrici cuprinși in conturul de bilanț UOR – Punct termic geotermal secundar-Corp-C49, Campus 2

SC Placi DANFOS	250kWt	1		C49	incalzire tavane
SC Placi DANFOS	250kWt	1		C49	incalzire calorifere
SC Placi DANFOS	120kWt	1		C49	A.C.M
Container echipat sonde geotermale	300Wt	1		C49	Bazin beton ingropat afara
Pompă electronică de circulație Biral	7-182W	1	0.182	C49	
Pompă electronică de circulație Biral	1254W	1	1.254	C49	
Pompă electronică de circulație Biral	516W	2	0.516	C49	circuit primar al pompelor de caldura
Pompă electronică de circulație Biral	516W	1	0.516	C49	
Pompă electronică de circulație Biral	759W	1	0.759	C49	
Pompă electronică de circulație Biral	243W	4	0.243	C49	

Pompă electronică de circulație Biral	243W	4	0.243	C49	
Pompă electronică de circulație Biral	736W	4	0.736	C49	
Pompă electronică de circulație Biral	3kW	1	3	C49	recirculare cladirile C53, C54, C55
Pompă electronică de circulație Biral	174W	1	0.174	C49	recirculare cladirea C49 (unde se afla si punctul termic)
Electrovana	15W	1	0.015	C49	ACM
Electrovana	25W	1	0.025	C49	schimbator calorifere
Electrovana	25W	1	0.025	C49	pentru bypass geotermal bazin
Pompe de caldura apă-apă, Kronoterm	90kW	2	90	C49	înăuntru PT
Pompe aer-apă, Termocool	60Kw	3	60	C49	afară

1.3.2. Generatoare electrice fotovoltaice

Vor fi considerate parcurile fotovoltaice montate pe acoperișurile clădirilor cuprinse în conturul energetic:

Locatie	Instalator	Pi DC [kWp]	Pi AC [kW]	kWh/ kWAC	kWh/ kWp	generare PVGIS [kWh/an]
Corp L Geothermal	Ensys	42.75	40	1067.35	998.69	42693.84
Corp S Biblioteca	DHElectric Systems	80.4	80	1024.85	1019.76	81988.36
Corp T hala noua	DHElectric Systems	71.76	80	1053.91	1174.92	84312.40
Corp V2	Ensys	85.995	120	798.56	1114.33	95826.90
Corp V3	Romsir(2023)	91.08	90	1004.84	992.92	90435.32
Corp P - gimnastica	DHElectric Systems	55.232	56	963.70	977.10	53967.07

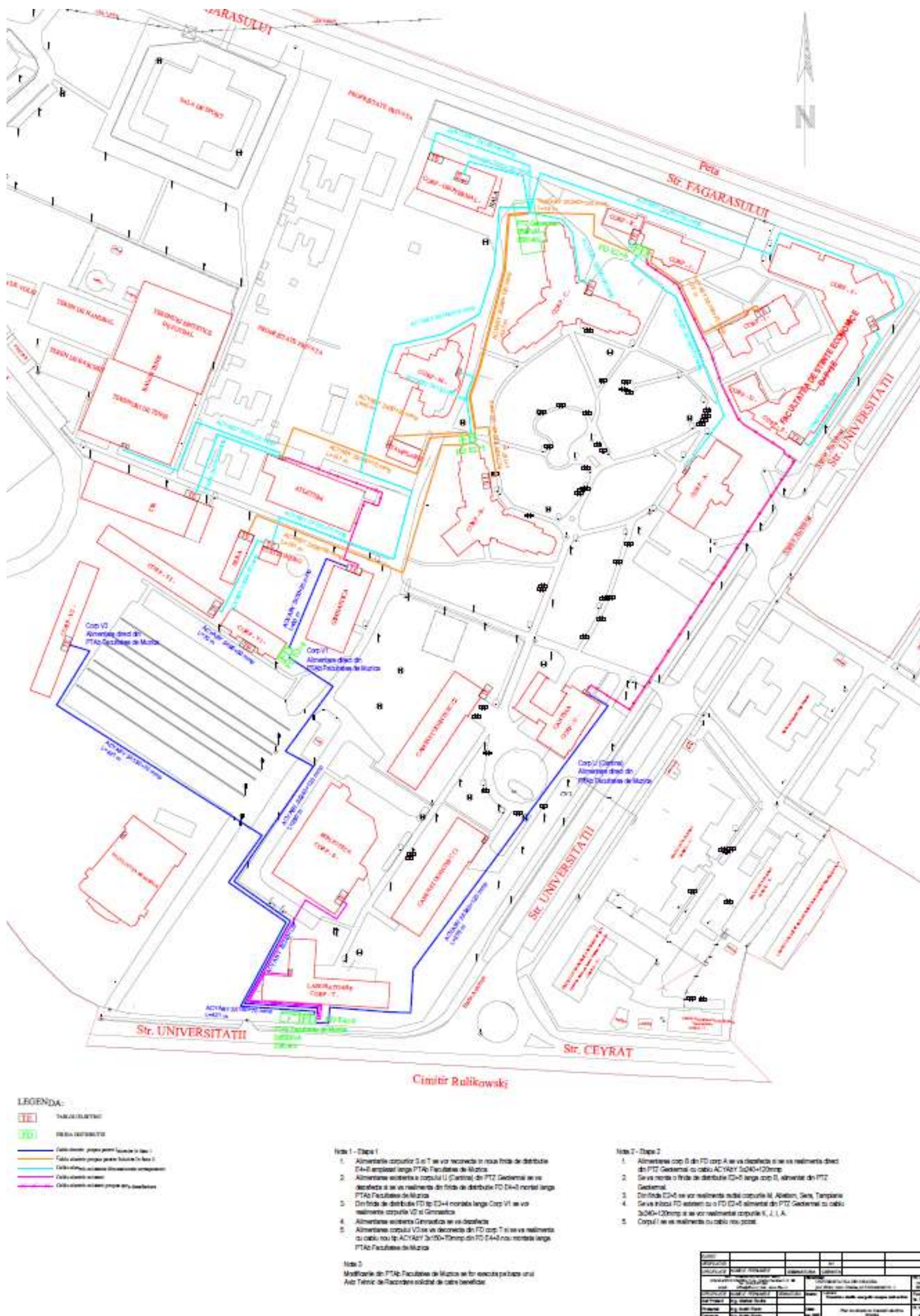


Fig. 1.5. Layout instalații electrice de alimentare UOR – campus A și campus B.



1.4. Unitatea de referință asociată BE[1]

În conformitate cu modelele de Bilanț Electroenergetic(BE) [1÷5, 7], unitatea de referință asociată este "anul".

1.5. Aparatele de măsură utilizate

Valorile mărimilor din modelul de BE s-au obținut, prin măsuratori directe pe conductorii de alimentare ai consumatorilor principali, cât și din baza de date a UOR , fiind prelevate on-line din proces de către sistemul de monitorizare (SM) propriu.

Pe lângă mărimile obținute în acest mod, s-au făcut măsurători de mărimi electrice, respectiv marimi neelectrice, utilizând următoarele instrumente:

• **Analizorul de rețea (AR), Chauvin Arnoux C.A 8345 Clasa A** cu caracteristicile:

- Afișaj: LCD full - grafic, color, cu iluminare
- Intrări Tensiune/curent izolate
- Tensiune de la 5 V la 1.000 Vc.a. și Vc.c.
- IEC 61000-4-30 (Ed 3) Clasa A (Full)
- Ecran LCD tactil color 7": 800x480 (WVGA)
- Orologiu GPS Da, intern
- Mod în timp real Da
- Eșantionare Tensiune 400 kSps / Curent 200 kSps /
- Supratensiune de șoc* 2 MSps
- Mod putere Da
- Mod energie Da
- Mod dezechilibru Compus
- Mod armonice de la c.c. până la rangul 63
- Mod interarmonice de la 0 până la rangul 62
- Înregistrarea tendinței > 900 parametri
- Mod Alarmă (tip/număr) 52 / 20.000
- Mod de detectare a curentului purtător Da
- Captură Inrush (număr) 100

- Tranzient 2,5 μ s (număr) Fără maximum (card SD)
- Unde de șoc Până la 12 kV, eșantionat la fiecare 500 ns
- Mod de monitorizare EN 50160 Cu software PAT3
- Siguranță conform IEC 61010 CAT IV 1000V
- Temperatură de utilizare [+0 °C; +40 °C]
- Conformități legate de mediu IEC 61557-12 și IEC 62586

• **Analizorul de rețea (AR), Chauvin Arnoux C.A 8336** cu caracteristicile:

- Afișaj: LCD full - grafic, color, cu iluminare
- Mod afișare: numeric, forme de undă, armonici, diagrame, grafic, tabel, histograme
- Armonici tensiune, curent: 0-50,
- THD pentru 3 curenți de intrare
- Traductori de curent clești, AMP – flex
- Măsurare puteri: Activă, reactivă, aparentă, sumă [0...9999 unități putere]
- Măsurare energie activă, reactivă, aparentă, sumă, sens +/-[0...9999 megaunitati putere]
- Factor de putere ($\cos \varphi$), PF, DPF, Tangentă, sumă
- Frecvența de eșantionare 12,8 kHz pe canal
- Selecție interval de măsură 1/5/20s, 1/2/5/10/15 min. 1h, 2h
- Software specializat Qualistar, DataViewer
- Interfață comunicație RS-232 – optic
- Perioadă de înregistrare 165 zile cu interval de măsurare de 10 min. (cu 4 MB)
- Frecvența 40...69 Hz
- Intrări de tensiuni 830 V [faza-faza]; 480 V [faza-nul]
- Impedanța de intrare 340 k Ω între fază și nul
- Tensiuni de vârf singulare: 6 V...680 V
- Câmp magnetic pana la 0...400 A/m
- Câmp electric 0...3 V/m

• **Analizorul de rețea (AR), Extech PQ3470: 3-Phase Graphical Power & Harmonics**

Analyzer/Datalogger cu caracteristicile:

- Măsurare tensiune (True rms) 600.0V $\pm(0.5\%rdg)$
- Măsurare Curent 3000A $\pm(0.5\%rdg)$
- Putere activă (MW) 9.999MW $\pm(1.0\%rdg)$
- Putere aparentă (MVA) 9.999MVA $\pm(1.0\%rdg)$
- Putere reactivă (MVAR) 9.999MVAR $\pm(1.0\%rdg)$
- Factor de putere 0.00 to 1.00 ± 0.04
- Interval Frecvență 45Hz to 65Hz $\pm 0.1Hz$
- Defazaj -180° to $+180.0^{\circ}$ $\pm 1^{\circ}$
- Harmonici 1 to 50th $\pm 2\%$ (1 to 20); $\pm 4\%$ (21 to 31)
- Factor de Vârf 1.00 to 99.99 $\pm(5\%)$
- Intrările cleștilor de curent 200mV, 300mV, 500mV $\pm(0.5\%rdg)$
- 1V, 2V, 3V; selectabil premăsurătoare
- Acuratețea tensiunii alternative de vârf $\pm(5\%)$
- Acuratețea curentului alternativ de vârf $\pm(5\%)$
- Puterea Electrică Activă (MWH) 0.0kWh to 9.999MWH $\pm(2.0\%rdg)$
- Puterea Electrică Aparentă (MVAH) 0.0KVAh to 9.999MVAH $\pm(2.0\%rdg)$
- Puterea Electrică reactivă (MVARH) 0.0kVARh to 9.999MVARH $\pm(2.0\%rdg)$
- Înregistrare măsurători 30,000 citiri (2GB SD Card de memorie)
- Dimensiuni/Greutate 8.86 x 4.92 x 2.52" (225 x 125 x 64mm) / 2.2lbs (1010g)

• **Fluke ii900 industrial acoustic imager**

- Tehnologie de imagistică acustică: Imagini live combinate SoundMap™ cu imaginea vizuală
- Sensibilitate: Detectează o scurgere de 0,005 CFM la 100 PSI de la o distanță de până la 10 metri
- Interval de frecvență: De la 2 kHz la 52 kHz.
- Distanța maximă de operare: Până la 50 metri (164 picioare), în funcție de condițiile ambientale.
- Display: Ecran LCD de 7 inch, 1280 x 800, cu ecran tactil capacitiv.
- Senzori:
- Număr de microfoane: 64 de microfoane digitale MEMS.
- Câmp vizual (FOV): $63^{\circ} \pm 5^{\circ}$.
- Rată minimă de cadre: 12,5 FPS.
- Cameră digitală integrată (lumină vizibilă):

- Câmp vizual (FOV): $63^{\circ} \pm 5^{\circ}$.
- Focalizare: Obiectiv fix.
- Zoom: Zoom digital 3x.
- Stocare imagini:
- Capacitate de stocare: Memorie internă cu capacitatea de a stoca 999 de fișiere imagine și 20 de fișiere video.
- Format imagine: Imagine combinată vizuală și SoundMap™ în format .JPG sau .PNG.
- Format video: Imagine combinată vizuală și SoundMap™ în format .MP4.
- Lungime video: Până la 5 minute.
- Export digital: Port USB-C pentru transfer de date.
- Măsurători acustice:
- Interval de măsurare: 15,4 dB SPL până la 115,2 dB SPL ± 1 dB SPL la 2 kHz; 5,6 dB SPL până la 102,5 dB SPL ± 2 dB SPL la 19 kHz.
- Dimensiuni: 322 mm x 186 mm x 68 mm.
- Greutate: 1,7 kg (3,75 lbs) cu baterie.
- Condiții de operare:
- Temperatură de operare: 0 °C până la 45 °C (32 °F până la 113 °F).
- Temperatură de depozitare: -20 °C până la 70 °C (-4 °F până la 158 °F) fără baterii.
- Umiditate: 10% până la 95% fără condensare.
- Compatibilitate electromagnetică (EMC): IEC 61326-1: Portabil; IEC 61326-2-2; CISPR 11: Grup 1, Clasa A.

• Metrel MI 3115 PV Analyser

Măsurători:

Rezistența de izolație a șirurilor până la 1500 V.

Continuitatea conductorilor PE.

Test de polaritate.

Test Isc și Uoc.

Caracteristici I/U

Achiziție wireless a iradierii și temperaturii modulelor PV.

Caracteristici cheie:

Măsurarea izolației și a caracteristicilor I/U ale sistemelor PV de 1500 V într-un singur instrument.

Metodă de măsurare capacitivă.

Unitate de la distanță wireless (Wi-Fi) pentru măsurarea și înregistrarea iradierii și a temperaturii celulei modulelor PV.

Test automat pentru testele de Categoria 1.

Calculul valorilor STC și compararea cu datele nominale.

Corectarea parametrilor introduși anterior greșit pe măsurători sau grupuri de măsurători deja efectuate.

• **Camera termoviziune Seek Thermal XR Fast Frame 9Hz;** cu caracteristicile:

- Focalizare manuală
- Rezoluție în infraroșu 206 x 156 pixeli
- Rata de reîmprospătare a imaginii 9 Hz
- Temperaturi detecție între -40 °C și 330 °C
- Lungime de unda infraroșie 7.2-13 micrometri
- Microbolometru oxid de vanadiu și lăminle calcogenice
- Distanța minimă de focalizare 0.1 m (lăminle standard)
- Câmp de vizualizare 20 °
- Paletă de culori 9
- Distanța maximă de focalizare 500 m
- Dimensiune imagine 640 x 480 pixeli
- Temperatura reflectată manual
- Directive EU / EG 2004/108/EG

• **Luxmetru(LX) tip TROTEC BF06;** cu caracteristicile:

- Measuring range 0 lx up to 40,000 lx (0 fc up to 3,716 fc)
- Accuracy ±5 % ±10 lx/fc (< 10,000 lx / 1,000 fc)
±10 % ±10 lx/fc (> 10,000 lx / 1,000 fc)
- Resolution 0.1 lx / 0.01 fc
- Measuring rate 2.5 x per second, nominal
- Internal flash memory
- Monochrome Display
- LCD Display
- Plastic Housing design
- Internal (battery) Power supply
- Battery type 9V battery

Condiții de lucru:

- Operation - min. temperature [°C] 0
- Operation - max. temperature [°C] 40

- Operation – max. relative humidity (non-condensing) [%] 80
- Storage - min. temperature [°C] -10
- Storage - max. temperature [°C] 60

Dimensiuni:

- Length [mm] 157, Width [mm] 34, Height [mm] 56, Greutate: [kg] 0.138

Valori măsurabile:

- Internal sensors Light [lx]
- Internal sensors Light [fc]

Funcții și caracteristici:

- Maximum value display
- Switching function lx/fc
- Automatic switch-off
- Sensor-controlled display illumination
- ¼ inch tripod thread



II. MODELUL MATEMATIC AL BILANȚULUI ENERGETIC ELABORAT

În conformitate cu solicitarea beneficiarului, vom elabora BEE pentru ansamblu UOR și vom evidenția componentele specificate în tabel 1.2. ÷ 1.5.

2.1. Ecuațiile generale ale BEE

2.1.1. Postul de transformare și rețeaua de distribuție (PT+RED)

Ecuația de BEE pentru acest subcontur este:

$$W_a = W_U + \Delta W_T + \Delta W_L \quad (2.1)$$

unde,

W_a – energia absorbită, măsurată în punctul de racord cu SEN (punctul de delimitare);

ΔW_T – pierderile de energie pe transformator calculate pe baza Măsurărilor și a caracteristicilor tehnice;

ΔW_L – pierderile de energie pe liniile din componența sistemului de distribuție, calculate pe baza măsurărilor și a caracteristicilor liniilor respective.

2.2. BEE al unui grup de motoare asincrone alimentate dintr-un punct comun

Se calculeaza:

- Puterea nominală a motorului echivalent:

$$P_{ne} = \sum_{i=1}^N P_{ni} \quad (2.2)$$

- Randamentul nominal al motorului echivalent:

$$\eta_{ne} = \frac{1}{P_{ne}} \sum_{i=1}^N P_{ni} \eta_{ni} \quad (2.3)$$

- Factorul de putere nominal al motorului echivalent:

$$\cos \varphi_{ne} = \frac{1}{P_{ne}} \sum_{i=1}^N \cos \varphi_{ni} P_{ni} \quad (2.4)$$

- Gradul de încărcare a motorului echivalent:

$$\beta_{Pe} = P_{ae} / P_{ane} \quad (2.5)$$

- Randamentul și factorul de putere de regim pentru motorul echivalent:

$$\eta_e = \frac{\beta_{Pe} - A_\eta}{B_\eta \beta_{Pe}}; \quad \cos \varphi_e = \frac{\beta_{Pe}}{A_\varphi + B_\varphi \beta_{Pe}} \quad (2.6)$$

- Pierderile de putere în grupul de motoare:

$$\Delta P_M = (1 - \eta_e) P_{ae} \quad (2.7)$$

- Puterea reactivă absorbită de grup:

$$Q_{ae} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_e}}{\cos \varphi_e} P_{ae} \quad (2.8)$$

2.3. Evaluarea pierderilor de putere și energie în liniile electrice

$$\Delta W_L = 3 \cdot k_f^2 \cdot I_m^2 \cdot R_L \cdot k_c \cdot \tau \cdot 10^{-3} \quad [\text{kWh}] \quad (2.9)$$

în care:

k_f - este coeficientul de formă al funcției $I = f(t)$ și reprezintă variația în timp a curentului din linie I , definit cu relația:

$$k_f = \frac{I_{mp}}{I_m} \quad (2.10)$$

unde:

I_{mp} – curentul mediu pătratic

I_m – curentul mediu

2.4. Modele matematice de prognoza a consumului de energie

- Extrapolarea liniară:

$$W_t = W_0(1 + rt) \quad (2.11)$$

Expresia (1) se mai pune și sub forma:

$$W_t = At + B; \quad A = rW_0 \quad ; \quad B = W_0 \quad (2.12)$$

unde;

t - anul pentru care se estimează consumul;

W_0 - energia consumată în anul de referință ($t = t_0 = 0$);

r - rata anuală de creștere a consumului de energie;

W_t - energia ce se estimează a se consuma în anul t.

- Extrapolarea exponențială:

$$W_t = W_0 e^{\eta t} \quad (2.13)$$

η - funcția de timp, semnificând intensitatea de acumulare în intervalul $\Delta t = t$.

- Extrapolarea logistică:

$$W_t = \frac{A}{1 + Be^{-Ct}} \quad (2.14)$$

A - nivelul atins la saturație (stabilizarea consumului);

B - coeficient ce caracterizează originea timpului;

C - rata de creștere a mediei anuale.

- Extrapolarea prin curba Gompertz:

$$W_t = Ae^{Be^{-Ct}}; \quad B = \ln \frac{W_0}{A} \quad (2.15)$$

- Extrapolarea exponențial-hiperbolică:

$$W_t = Ae^{\frac{B}{C+t}}; \quad B = C \ln \frac{W_0}{A} \quad (2.16)$$

- Estimare econometrică:

Dacă ecuația dinamica a sistemului este dată de relația:

$$W_k = \phi_{k-1}W_{k-1} + \Gamma_{k-1}u_{k-1} + \Lambda_{k-1}w_{k-1} \quad (2.17)$$

-

cu variabile definite: Φ_{k-1} , Γ_{k-1} , Λ_{k-1} , $\underline{u}_{k-1}$ care sunt cunoscute fără eroare, iar W_k - vectorul de stare al sistemului, u_k - vectorul de intrare, w_k vector de perturbare aleator, evaluate la momentul k în intervalul: $0 \leq k \leq k_{\max}$, atunci, ecuațiile de estimare, sunt:

$$\begin{aligned}\hat{W}(k) &= \phi(k-1)\hat{W}(k-1) + \Gamma(k-1)\bar{u}(k-1) + K(k) \left(Z(k) - H(k)\bar{W}(k) \right) \\ \bar{W}(k) &= \phi(k-1)\hat{W}(k-1) + \Gamma(k-1)\bar{u}(k-1)\end{aligned}\quad (2.18)$$

unde: $K(k)$ reprezintă valoarea filtrului optim.

Coeficienții necunoscuți din modelele de mai sus se determină prin metoda celor mai mici pătrate și prin metode iterative.

Pe baza prognozei consumului anual de EE, a graficelor de variație a consumului în principalele domenii consumatoare de EE și a ponderii acestora în ansamblul studiat, se deduc curbele de sarcină pe termen scurt, mediu sau lung.

III. REZULTATELE MĂSURĂTORILOR EFECTUATE

Cea mai mare parte dintre mărimile necesare evaluării componentelor din BEC, conform modelului prezentat în Cap II, s-au preluat prin măsurători directe sau din baza de date a beneficiarului, fiind înregistrate de sistemul de monitorizare (SM) al TA. Celelalte mărimi s-au măsurat cu aparatele menționate la par. 1.4.

3.1. Măsurători efectuate cu AR

Se prezintă rezultatele înregistrărilor efectuate cu AR - C.A 8336 și C.A. - 8345 pe plecările de 0.4 kV din TD individual.

3.1.1. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR Biblioteca)

Curbele de sarcină aferente se prezintă în fig. 3.1, elementele de caracterizare a calității EE sunt redate în fig. 3.2. iar în tabelul 3.1. sunt prezentate extrase din valorile înregistrate (valorile medii sunt reprezentative pentru întreaga perioadă de măsurare nu doar pentru extrasul prezentat în tabel).

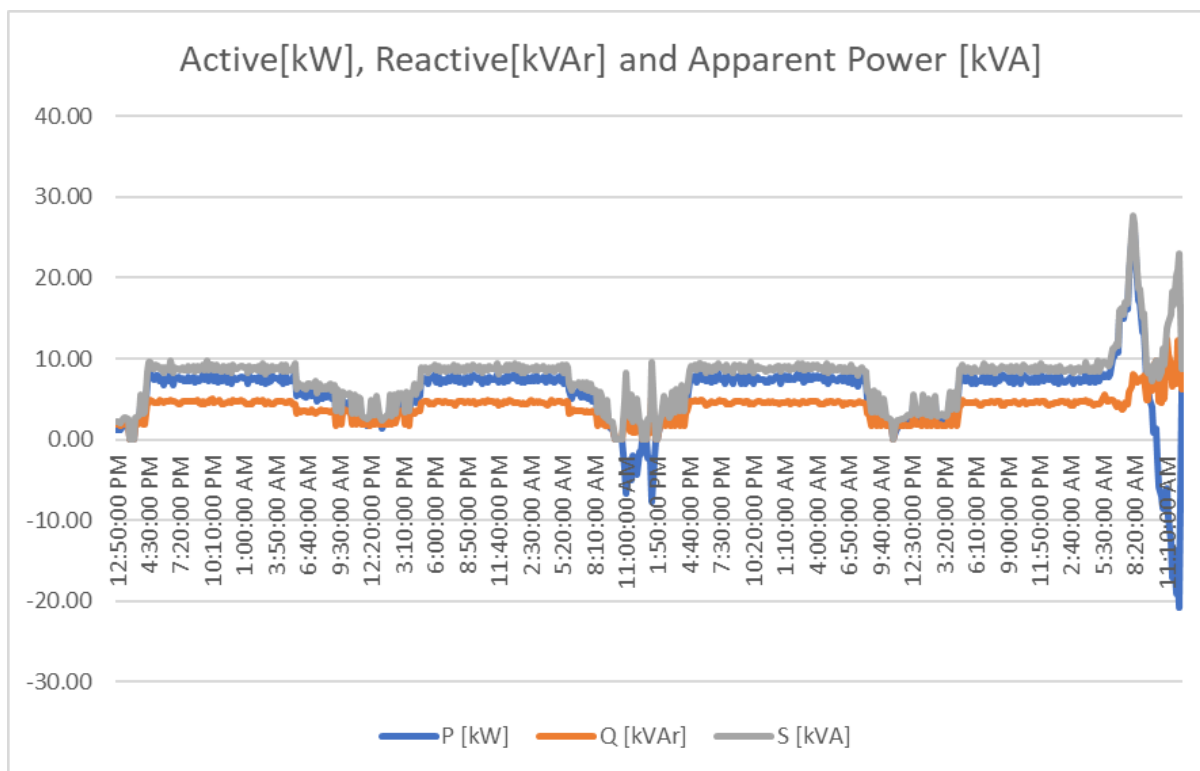
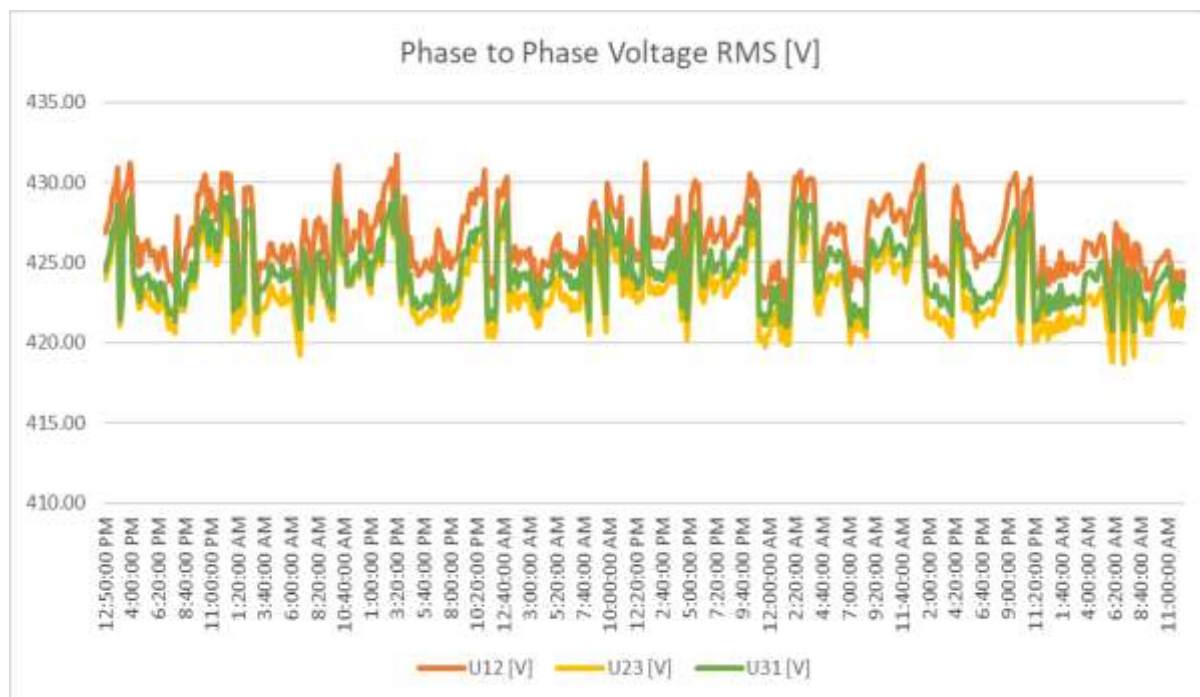
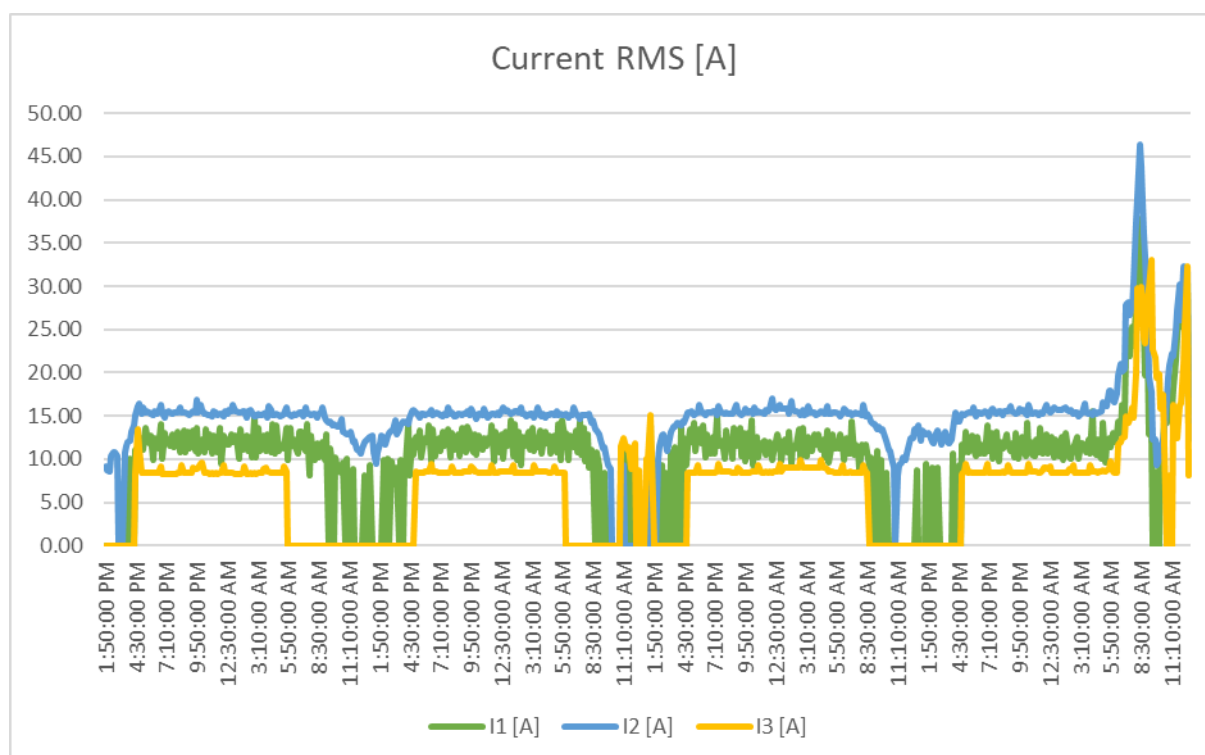


Fig. 3.1 - Curbele de sarcina ale puterilor UOR Biblioteca



a) Variația tensiunii



b) Variația curentului

Fig. 3.2 - Elementele de caracterizare a calității EE pe UOR Biblioteca N

Tabelul 3.1. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR Biblioteca

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
11/30/2023	12:50:00 PM	424.51	248.94	0.00	9.23	0.00	1.25	1.87	2.26
11/30/2023	1:50:00 PM	424.84	249.15	0.00	8.72	0.00	1.11	1.82	2.13
11/30/2023	2:00:00 PM	425.34	249.38	0.00	8.55	0.00	1.15	1.75	2.09
11/30/2023	2:10:00 PM	426.04	249.76	0.00	10.34	0.00	1.74	1.85	2.54
11/30/2023	2:20:00 PM	426.97	250.30	0.00	10.87	0.00	1.90	1.88	2.67
11/30/2023	2:30:00 PM	427.32	250.55	0.00	10.83	0.00	1.93	1.83	2.67
11/30/2023	2:40:00 PM	427.71	250.83	0.00	10.36	0.00	1.79	1.82	2.55
11/30/2023	2:50:00 PM	428.59	251.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11/30/2023	3:00:00 PM	421.39	247.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11/30/2023	3:10:00 PM	422.70	247.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11/30/2023	3:20:00 PM	426.56	250.16	0.00	10.87	0.00	1.98	1.79	2.67
11/30/2023	3:30:00 PM	427.27	250.51	0.00	11.53	0.00	2.17	1.83	2.84
Val. Med.		424.56	248.83	12.25	15.30	9.67	6.54	4.08	7.80

I_m = 10.36 A

I_{mp} = 12.14 A

k_f = 1.171830509

3.1.2. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR Corp T)

Curbele de sarcină aferente se prezintă în fig. 3.3, elementele de caracterizare a calității EE sunt redată în fig. 3.4. iar în tabelul 3.2. sunt prezentate extrase din valorile înregistrate (valorile medii sunt reprezentative pentru întreaga perioada de masurare nu doar pentru extrasul prezentat in tabel).

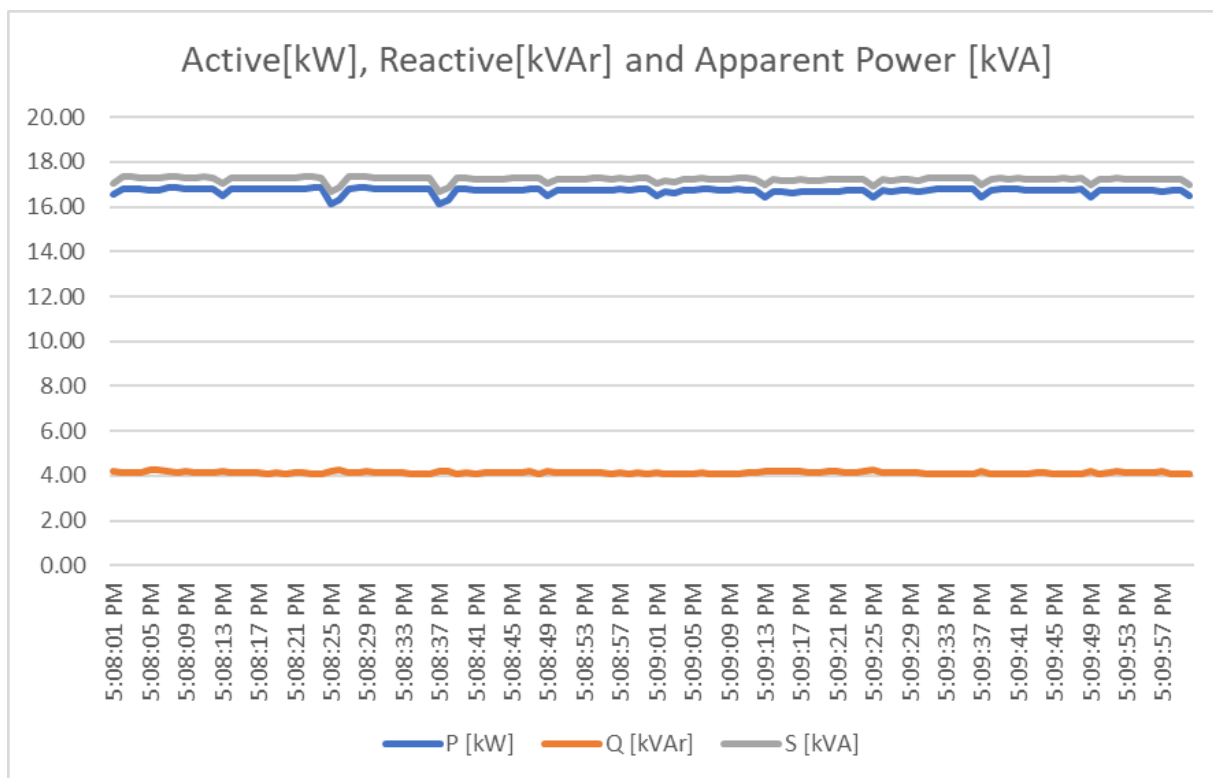
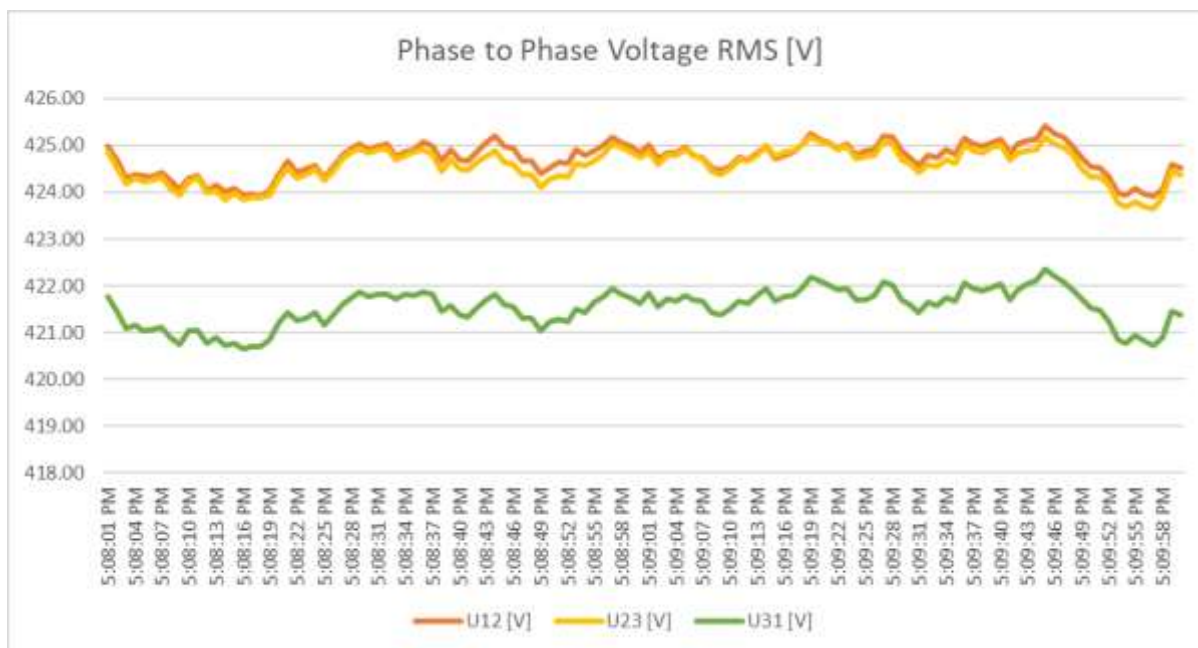
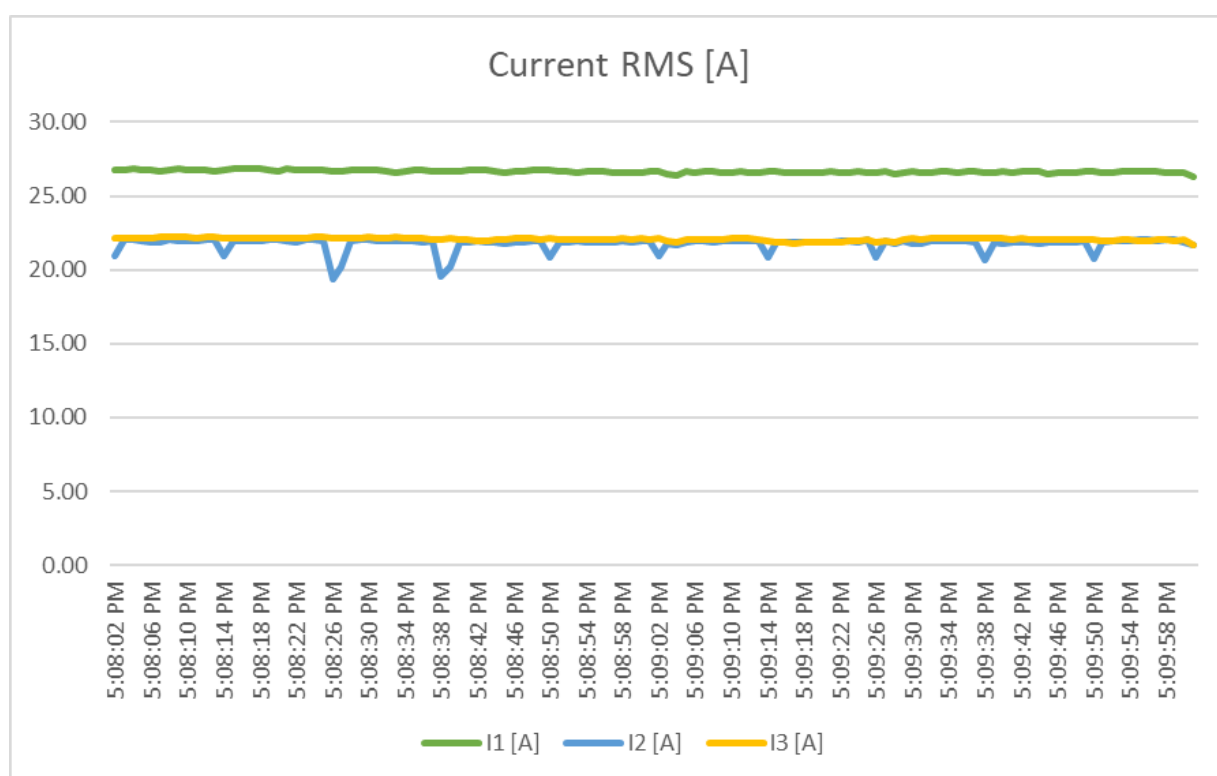


Fig. 3.3 - Curbele de sarcina ale puterilor UOR Corp T



a) Variația tensiunii



b) Variația curentului

Fig. 3.4 - Elementele de caracterizare a calității EE pe UOR Corp T

Tabelul 3.2. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR Corp T

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/14/2024	17:08:01	421.78	244.05	26.76	20.95	22.10	16.54	4.21	17.07
5/14/2024	17:08:02	421.47	243.88	26.80	22.01	22.14	16.83	4.14	17.33
5/14/2024	17:08:03	421.08	243.65	26.82	22.07	22.14	16.83	4.17	17.34
5/14/2024	17:08:04	421.17	243.70	26.80	21.99	22.13	16.81	4.16	17.31
5/14/2024	17:08:05	421.05	243.65	26.76	21.90	22.18	16.76	4.24	17.29
5/14/2024	17:08:06	421.05	243.64	26.64	21.85	22.26	16.73	4.26	17.27
5/14/2024	17:08:07	421.12	243.70	26.81	22.04	22.25	16.84	4.22	17.36
5/14/2024	17:08:08	420.90	243.59	26.84	21.98	22.24	16.84	4.15	17.34
5/14/2024	17:08:09	420.75	243.48	26.79	21.96	22.23	16.80	4.18	17.31
5/14/2024	17:08:10	421.03	243.63	26.76	21.99	22.17	16.81	4.14	17.31
5/14/2024	17:08:11	421.03	243.65	26.77	22.04	22.20	16.83	4.15	17.34
5/14/2024	17:08:12	420.78	243.49	26.66	22.09	22.22	16.81	4.12	17.31
Val. Med.		421.53	243.90	26.66	21.78	22.08	16.73	4.13	17.23

I_m = 66.07 A

I_{mp} = 70.30 A

k_f = 1.063909617

3.1.3. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp J)

Curbele de sarcină aferente se prezintă în fig. 3.5, elementele de caracterizare a calității EE sunt redată în fig. 3.6. iar în tabelul 3.3. sunt prezentate extrase din valorile înregistrate (valorile medii sunt reprezentative pentru întreaga perioadă de masurare nu doar pentru extrasul prezentat in tabel).

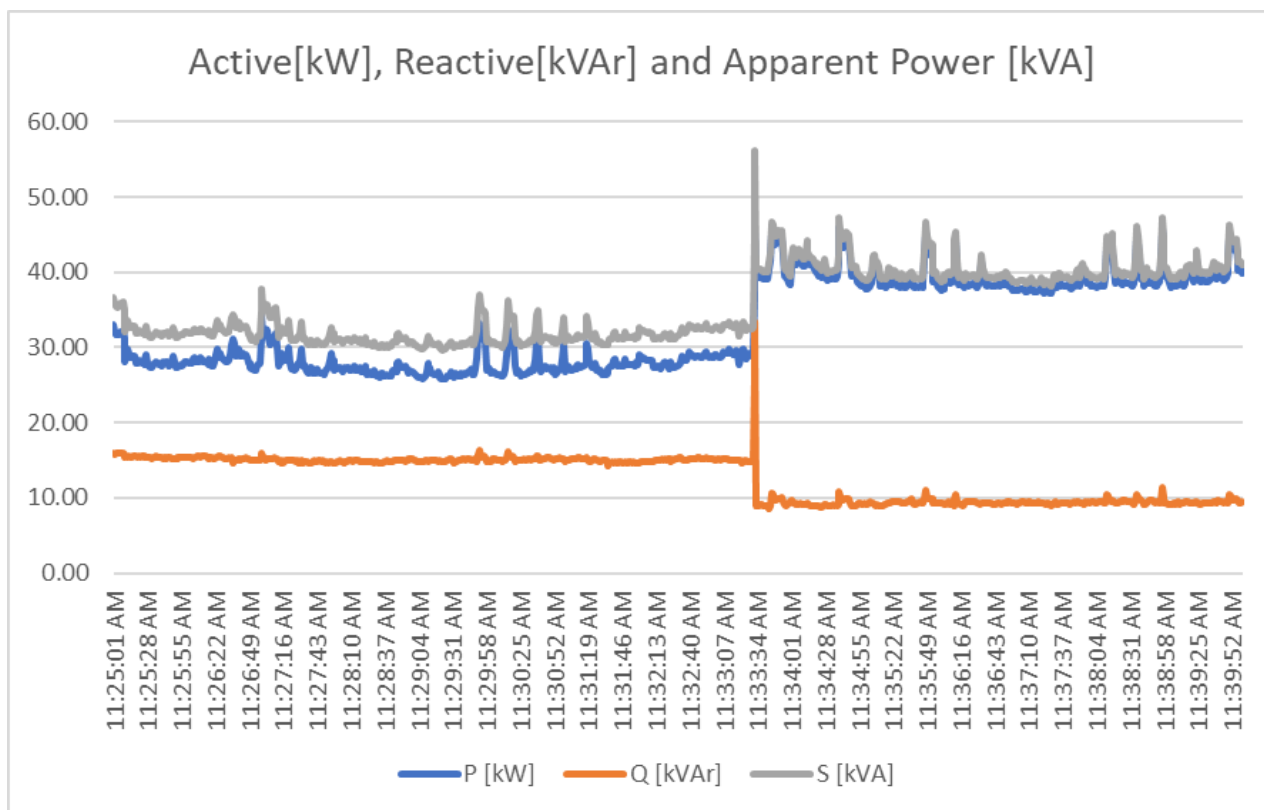
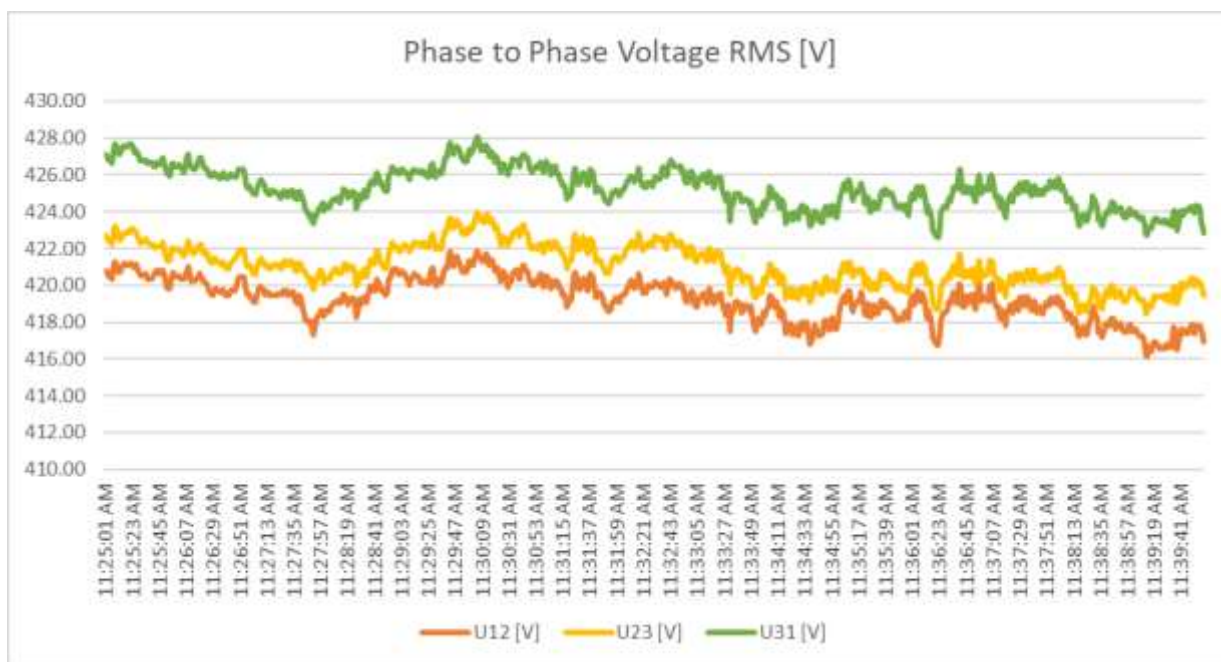
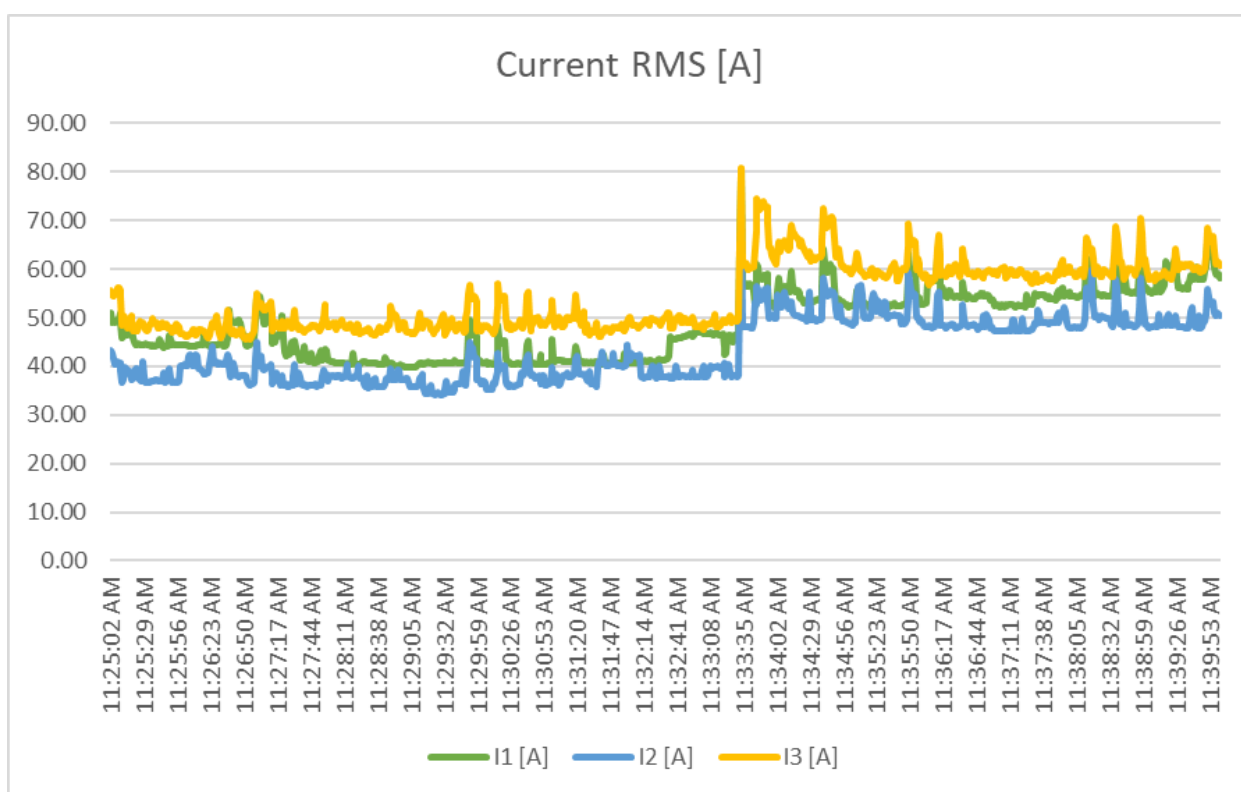


Fig. 3.5 - Curbele de sarcina ale puterilor UOR corp J



a) Variația tensiunii



b) Variația curentului

Fig. 3.6 - Elementele de caracterizare a calității EE pe UOR corp J

Tabelul 3.3. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp J

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
12/5/2024	12/5/2024	427.10	245.03	51.01	43.23	55.60	32.97	15.92	36.61
12/5/2024	12/5/2024	427.09	245.02	49.05	42.79	54.74	32.13	15.82	35.81
12/5/2024	12/5/2024	427.03	245.01	49.38	41.62	54.35	31.77	15.86	35.51
12/5/2024	12/5/2024	426.82	244.89	49.11	40.54	55.23	31.59	15.92	35.38
12/5/2024	12/5/2024	426.78	244.85	49.30	40.69	55.39	31.71	15.94	35.49
12/5/2024	12/5/2024	426.65	244.77	49.65	40.88	56.27	32.08	15.97	35.83
12/5/2024	12/5/2024	427.13	245.07	49.78	40.77	56.27	32.12	15.98	35.88
12/5/2024	12/5/2024	427.59	245.31	51.01	40.58	55.59	32.24	16.02	36.00
12/5/2024	12/5/2024	427.67	245.35	48.96	39.10	54.25	31.06	15.74	34.82
12/5/2024	12/5/2024	427.52	245.24	45.80	36.79	48.29	28.03	15.44	32.00
12/5/2024	12/5/2024	427.27	245.11	46.14	37.14	50.36	28.70	15.60	32.66
12/5/2024	12/5/2024	427.11	245.04	47.58	39.74	50.22	29.84	15.43	33.59
Val. Med.		425.28	244.06	48.55	43.41	54.20	32.90	12.65	35.56

I_m = 48.72 A

I_{mp} = 45.55 A

k_f = 0.93498234

3.1.4. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR cantina)

Curbele de sarcină aferente se prezintă în fig. 3.7, elementele de caracterizare a calității EE sunt redată în fig. 3.8. iar în tabelul 3.4. sunt prezentate extrase din valorile înregistrate (valorile medii sunt reprezentative pentru întreaga perioada de masurare nu doar pentru extrasul prezentat in tabel).

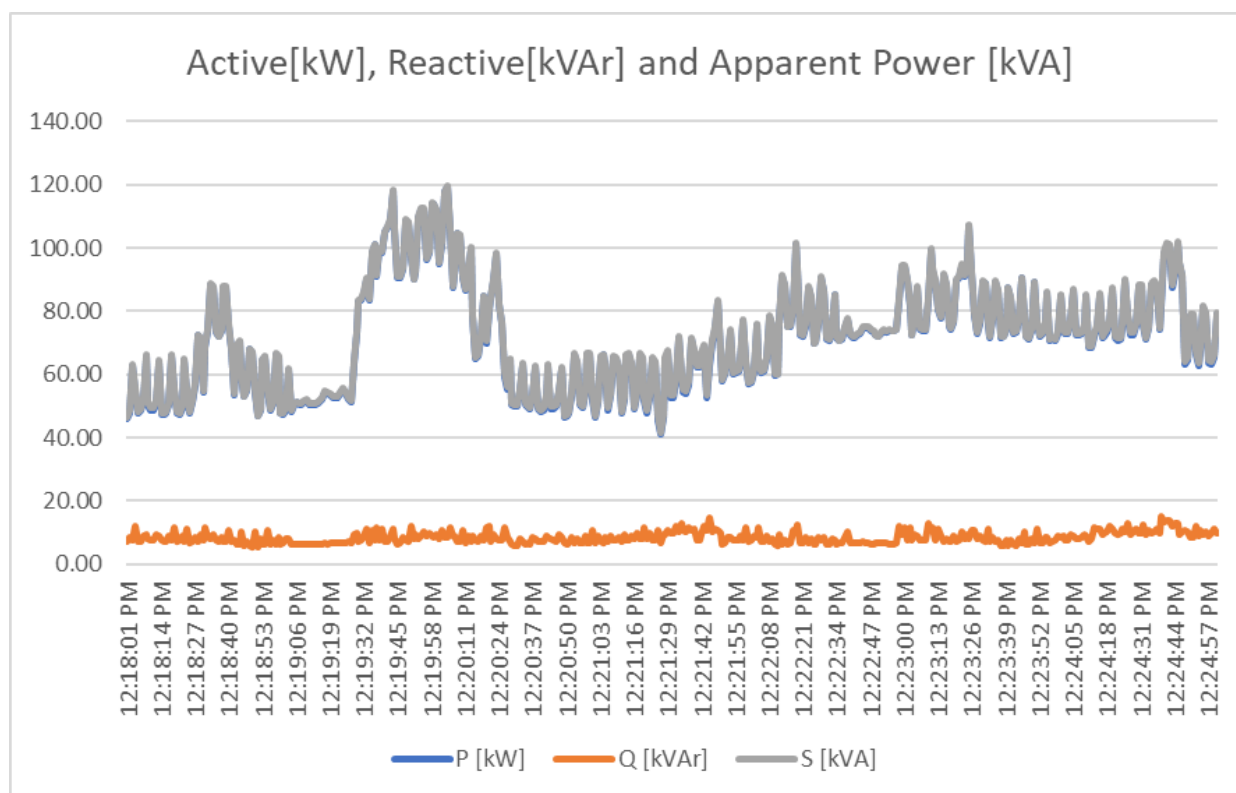
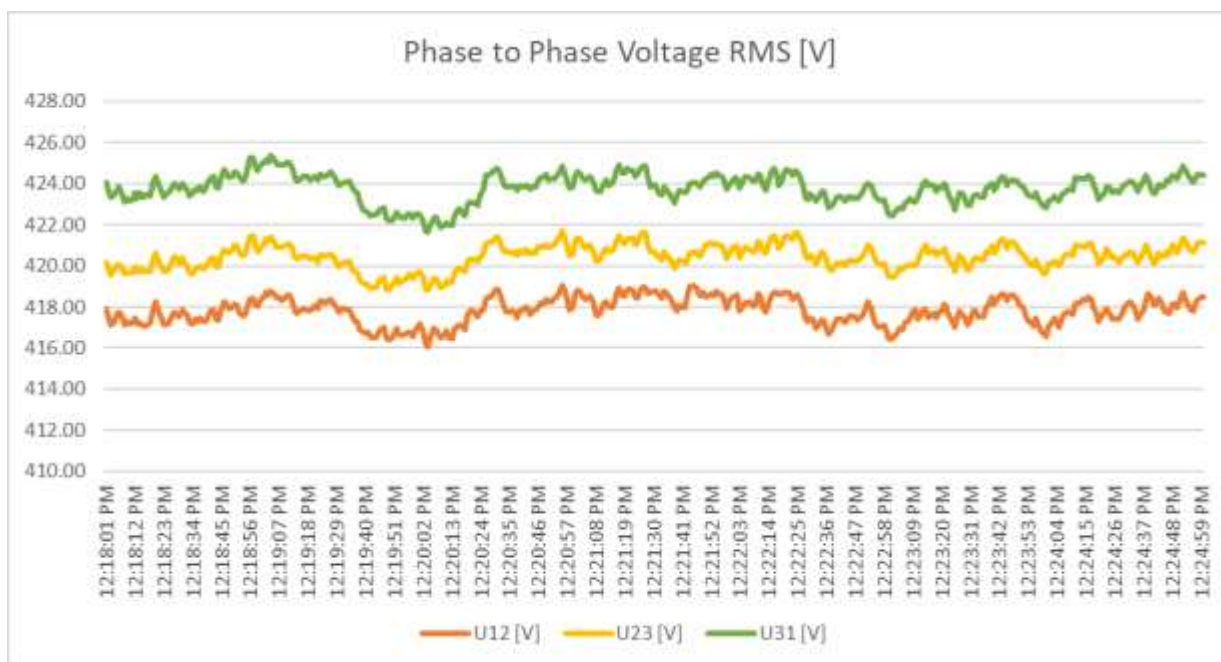
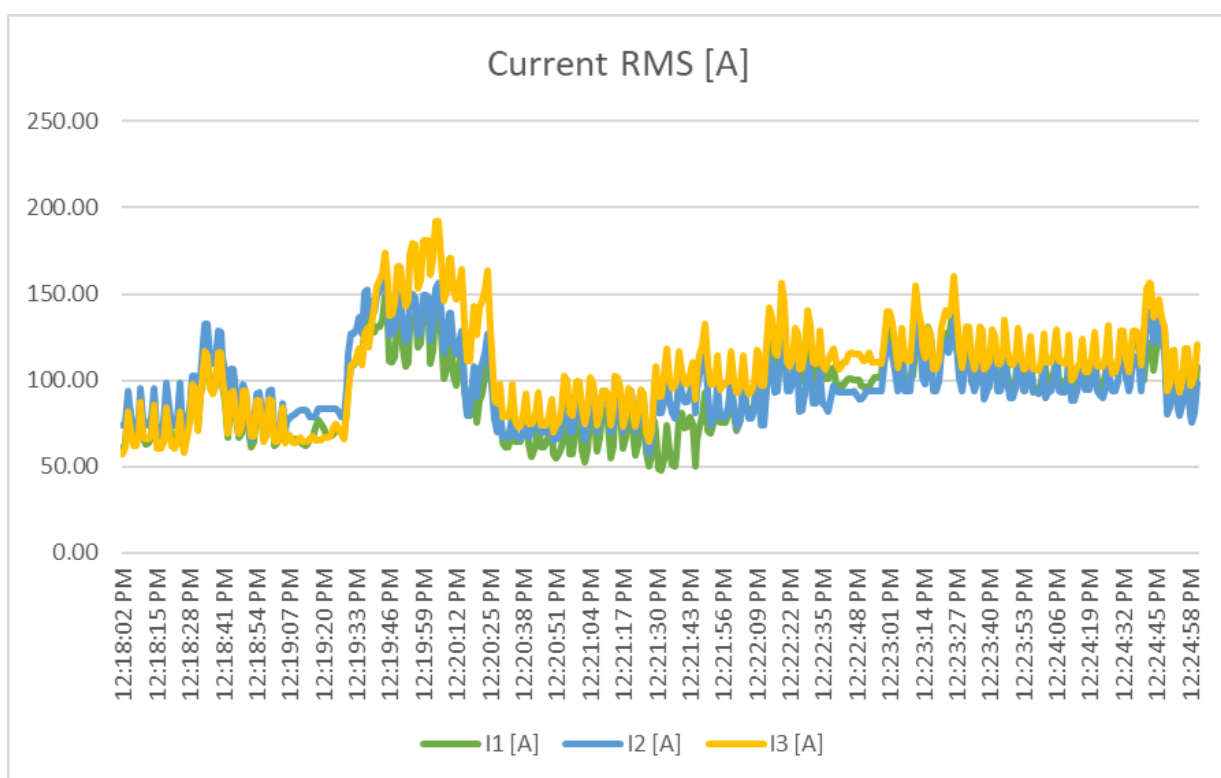


Fig. 3.7 - Curbele de sarcina ale puterilor UOR cantina



a) Variația tensiunii



b) Variația curentului

Fig. 3.8 - Elementele de caracterizare a calității EE pe UOR cantina

Tabelul 3.4. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR cantina

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
12/5/2024	12:18:01 PM	424.05	243.40	59.73	74.15	57.19	45.77	7.28	46.34
12/5/2024	12:18:02 PM	423.70	243.17	63.61	75.39	61.05	47.72	8.62	48.49
12/5/2024	12:18:03 PM	423.36	242.96	86.61	93.54	81.41	62.89	7.53	63.34
12/5/2024	12:18:04 PM	423.46	242.99	80.30	79.02	71.07	54.47	12.13	55.80
12/5/2024	12:18:05 PM	423.70	243.17	66.28	71.16	61.92	47.79	7.15	48.32
12/5/2024	12:18:06 PM	423.86	243.28	66.63	74.26	62.08	48.68	7.23	49.21
12/5/2024	12:18:07 PM	423.64	243.18	70.20	78.10	70.30	52.23	8.96	52.99
12/5/2024	12:18:08 PM	423.11	242.84	90.10	95.13	87.59	65.41	9.27	66.06
12/5/2024	12:18:09 PM	423.27	242.95	66.98	77.36	66.44	50.40	8.16	51.06
12/5/2024	12:18:10 PM	423.14	242.87	63.13	74.53	66.30	48.78	7.79	49.40
12/5/2024	12:18:11 PM	423.21	242.92	63.44	74.09	66.07	48.70	7.78	49.32
12/5/2024	12:18:12 PM	423.55	243.09	67.23	77.64	69.09	51.02	9.30	51.86
Val. Med.		423.77	243.22	92.91	97.16	106.68	71.47	8.41	72.00

I_m = 98.92 A

I_{mp} = 101.97 A

k_f = 1.030851914

3.1.5. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR PC3)

Curbele de sarcină aferente se prezintă în fig. 3.9, elementele de caracterizare a calității EE sunt redate în fig. 3.10. iar în tabelul 3.5. sunt prezentate extrase din valorile înregistrate (valorile medii sunt reprezentative pentru întreaga perioadă de măsurare nu doar pentru extrasul prezentat în tabel).

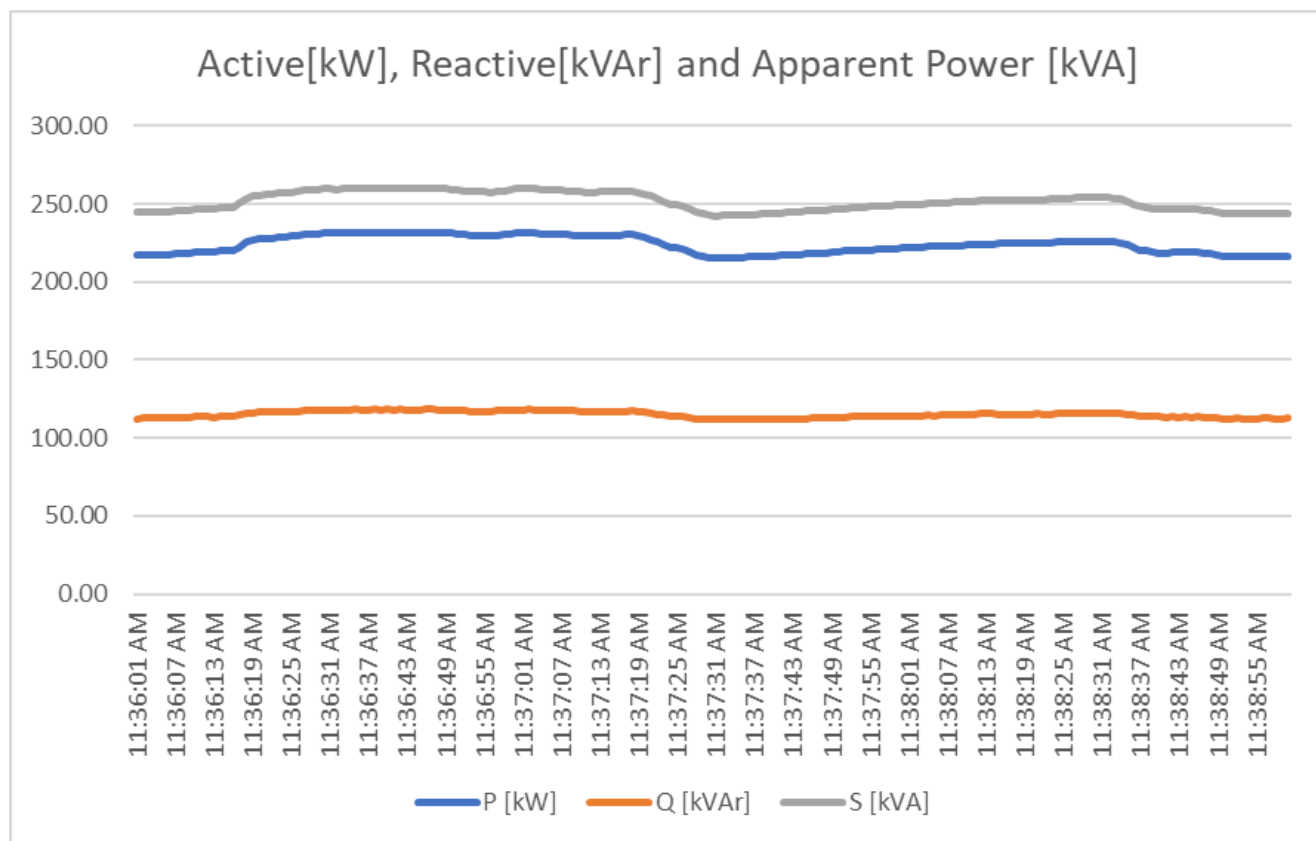
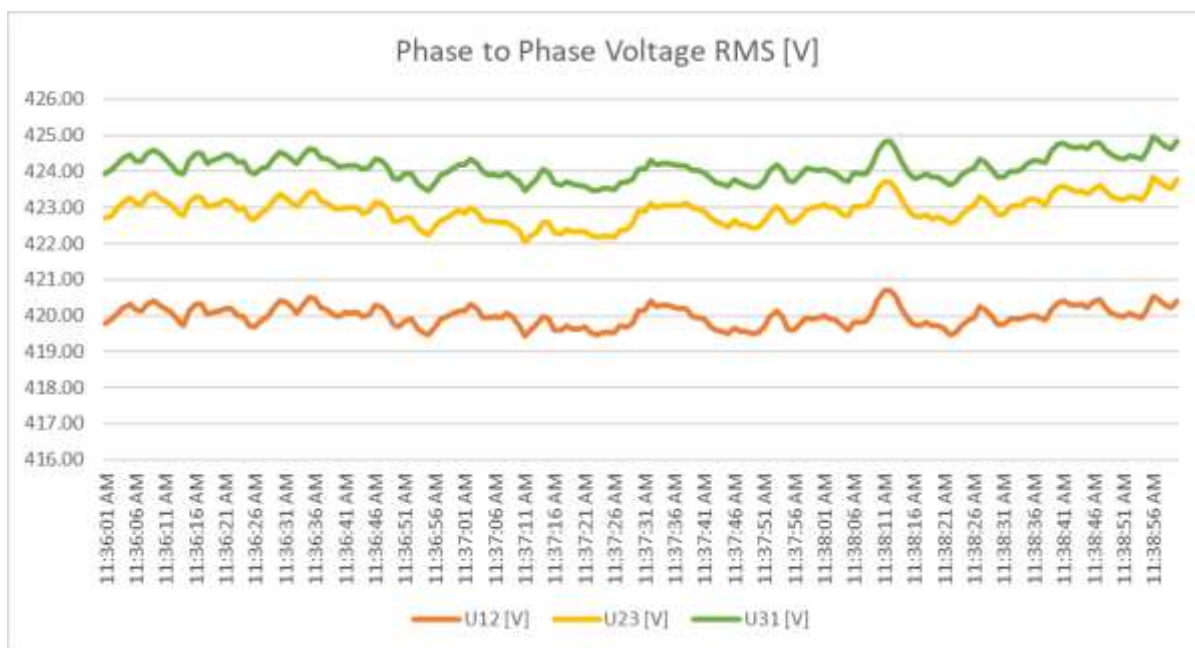
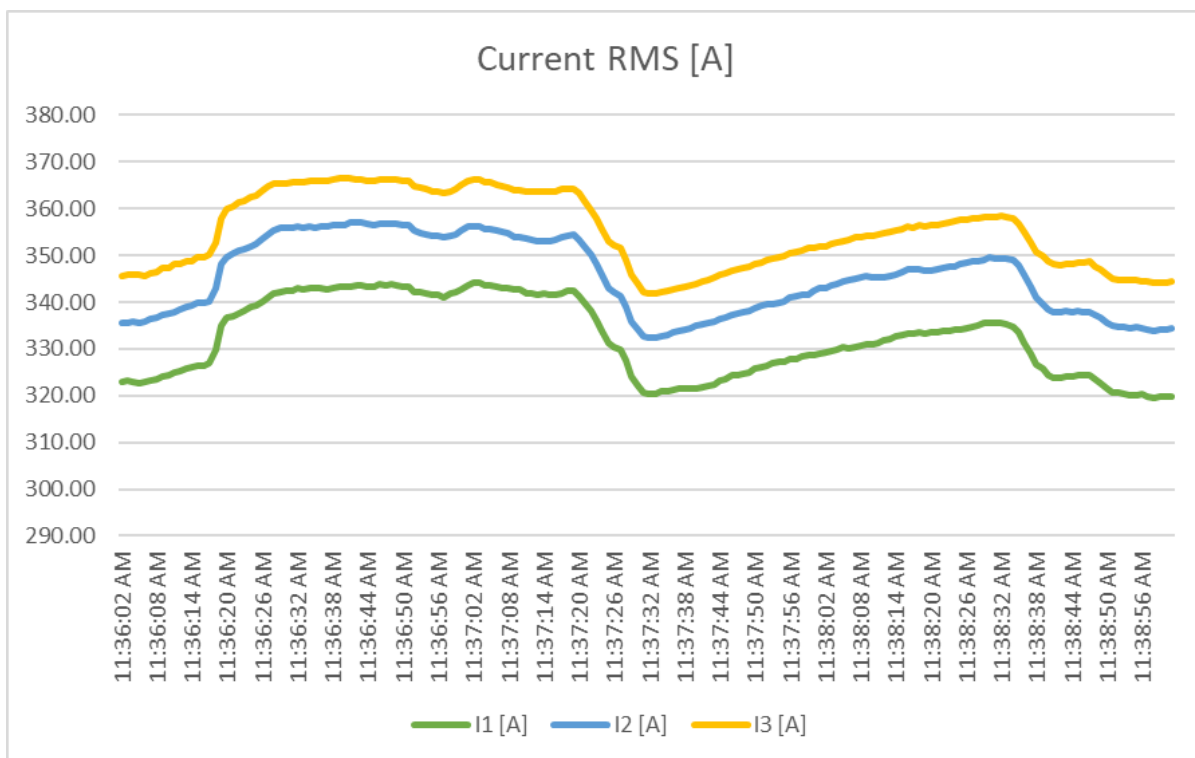


Fig. 3.9 - Curbele de sarcina ale puterilor UOR PC3



a) Variația tensiunii



b) Variația curentului

Fig. 3.10 - Elementele de caracterizare a calității EE pe UOR PC3

Tabelul 3.5. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR PC3

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2024	11:36:01 AM	423.94	243.44	322.87	335.70	345.67	217.12	112.42	244.50
5/18/2024	11:36:02 AM	424.05	243.52	323.14	335.60	345.79	217.15	112.64	244.62
5/18/2024	11:36:03 AM	424.21	243.61	323.02	335.74	345.78	217.32	112.53	244.73
5/18/2024	11:36:04 AM	424.38	243.69	322.78	335.66	345.76	217.17	112.85	244.74
5/18/2024	11:36:05 AM	424.46	243.74	322.88	335.81	345.68	217.34	112.73	244.84
5/18/2024	11:36:06 AM	424.29	243.64	323.27	336.29	346.10	217.54	112.83	245.06
5/18/2024	11:36:07 AM	424.29	243.64	323.63	336.67	346.55	217.87	112.81	245.34
5/18/2024	11:36:08 AM	424.51	243.76	324.15	337.16	347.18	218.17	113.37	245.86
5/18/2024	11:36:09 AM	424.58	243.80	324.45	337.51	347.44	218.57	113.17	246.13
5/18/2024	11:36:10 AM	424.49	243.74	324.88	337.99	348.09	218.77	113.47	246.45
5/18/2024	11:36:11 AM	424.35	243.67	325.24	338.43	348.26	219.00	113.40	246.62
5/18/2024	11:36:12 AM	424.20	243.59	325.84	339.09	348.67	219.30	113.55	246.96
Val. Med.		424.11	243.55	332.27	345.42	355.11	223.75	114.98	251.56

I_m = 344.27 A

I_{imp} = 344.49 A

k_f = 1.000649382

3.1.6. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR inst. Epuisment S)

Curbele de sarcină aferente se prezintă în fig. 3.11, elementele de caracterizare a calității EE sunt redată în fig. 3.12. iar în tabelul 3.6. sunt prezentate extrase din valorile înregistrate (valorile medii sunt reprezentative pentru întreaga perioada de măsurare nu doar pentru extrasul prezentat in tabel).

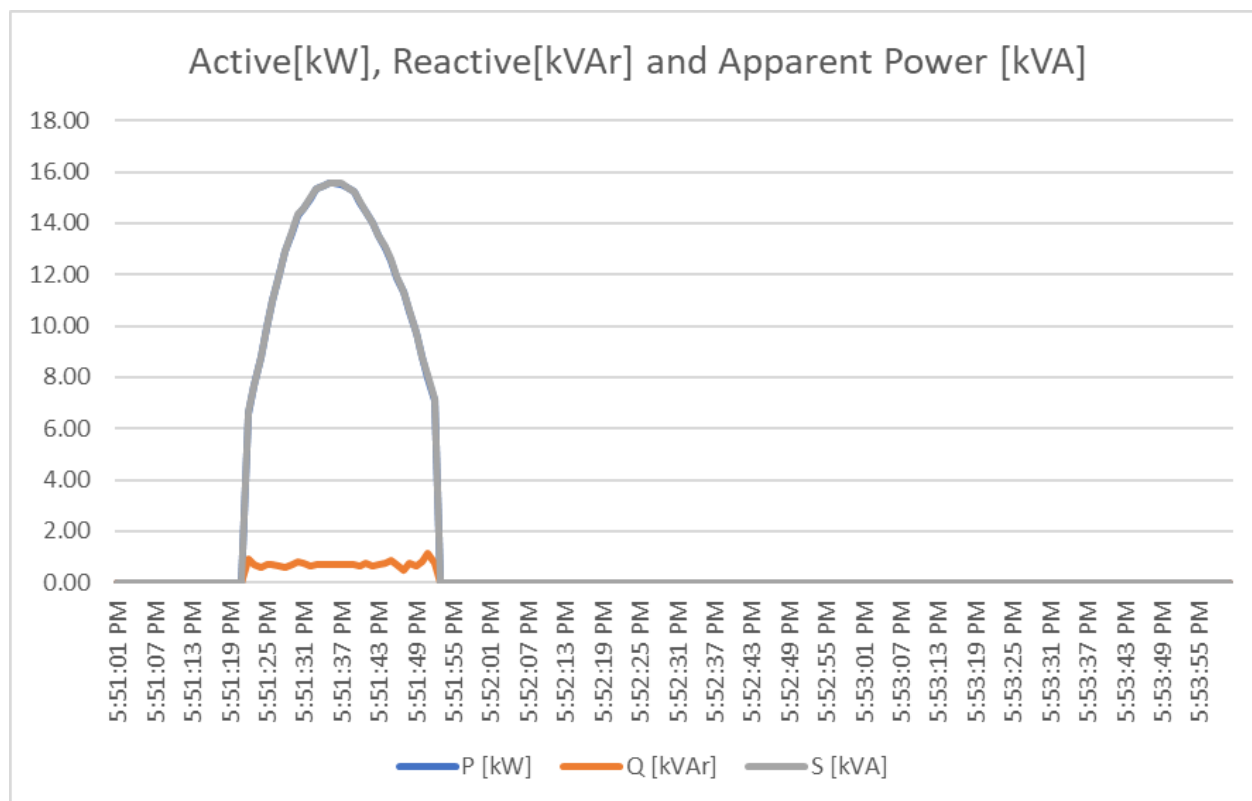
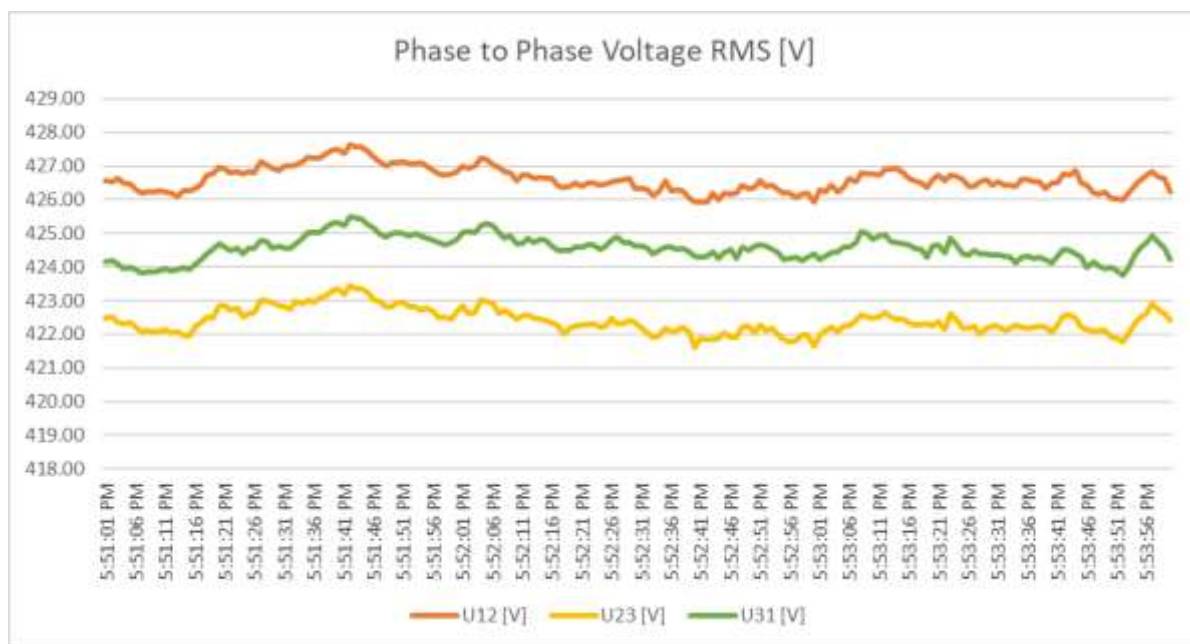
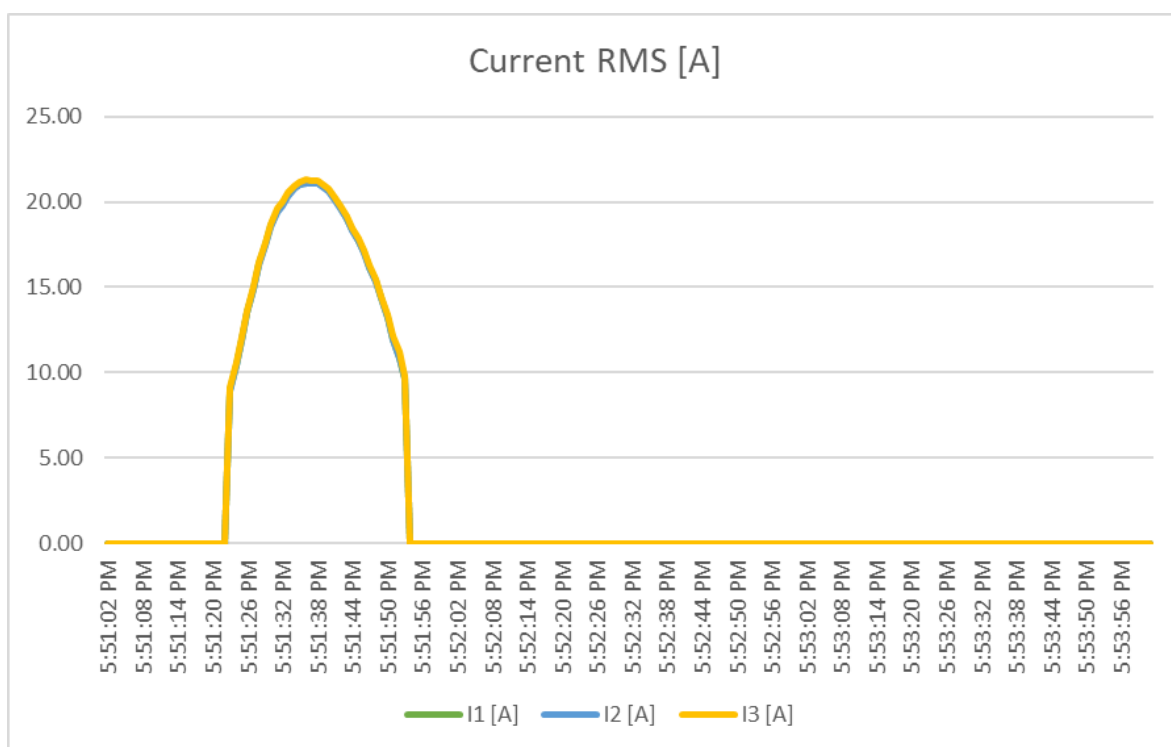


Fig. 3.11 - Curbele de sarcina ale puterilor UOR inst. Epuisment S



a) Variația tensiunii



b) Variația curentului

Fig. 3.12 - Elementele de caracterizare a calității EE pe UOR inst. Epuisment S

Tabelul 3.6. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR inst. Epuisment S

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/14/2024	5:51:01 PM	424.14	246.06	21.03	20.97	21.15	15.46	0.69	15.47
5/14/2024	5:51:02 PM	424.20	246.06	21.18	21.12	21.29	15.57	0.70	15.59
5/14/2024	5:51:03 PM	424.08	246.09	21.14	21.09	21.26	15.55	0.70	15.56
5/14/2024	5:51:04 PM	423.96	246.01	21.11	21.08	21.23	15.53	0.70	15.55
5/14/2024	5:51:05 PM	424.00	246.00	20.90	20.85	21.01	15.38	0.69	15.39
5/14/2024	5:51:06 PM	423.92	245.93	20.68	20.63	20.78	15.21	0.68	15.23
5/14/2024	5:51:07 PM	423.82	245.88	20.13	20.07	20.23	14.81	0.66	14.82
5/14/2024	5:51:08 PM	423.86	245.90	19.66	19.63	19.79	14.47	0.75	14.49
5/14/2024	5:51:09 PM	423.85	245.89	19.02	18.97	19.13	14.00	0.63	14.02
5/14/2024	5:51:10 PM	423.88	245.92	18.35	18.33	18.47	13.51	0.70	13.53
5/14/2024	5:51:11 PM	423.95	245.94	17.73	17.73	17.84	13.05	0.75	13.08
5/14/2024	5:51:12 PM	423.90	245.91	17.09	17.03	17.18	12.55	0.86	12.58
Val. Med.		424.57	246.25	16.85	16.82	16.98	12.39	0.72	12.42

I_m = 16.88 A**I_{imp} = 17.31 A****k_f = 1.025221372**

3.1. Măsurători efectuate pe consumatori

Se prezintă rezultatele înregistrărilor efectuate pe plecările de 0.4 kV din TD individual al consumatorilor mai mici sau care nu au putut fi măsurăți cu analizoarele de rețea pentru o perioadă mai lungă.

3.1.7. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp A)

Tabelul 3.7. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp A

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2023	17:00:00 PM	423.14	242.87	19.00	22.50	11.00	11.79	5.02	12.81

3.1.8. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp B)

Tabelul 3.8. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp B

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/20/2023	13:30:00 PM	424.00	246.00	17.30	20.10	8.70	10.37	4.42	11.27

3.1.9. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp C)

Tabelul 3.9. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp C

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2023	13:36:01 PM	423.70	243.17	8.00	2.20	0.90	2.50	1.06	2.71

3.1.10. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp D)

Tabelul 3.10. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp D

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2023	15:00:00 PM	424.35	243.67	0.40	0.20	0.90	0.34	0.14	0.37

3.1.11. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp E)

Tabelul 3.11. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp E

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2023	14:00:00 PM	427.67	245.35	0.20	0.20	2.40	0.64	0.27	0.69

3.1.12. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp F)

Tabelul 3.12. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp F

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/19/2023	13:00:00 PM	423.70	243.17	10.20	5.50	7.80	5.28	2.25	5.74

3.1.13. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp I)

Tabelul 3.13. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp I

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/20/2023	15:00:00 PM	424.46	243.74	15.50	38.70	27.50	18.40	7.84	20.00

3.1.14. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp J)

Tabelul 3.14. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp J

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2023	16:00:00 PM	423.70	243.17	8.00	2.20	0.90	2.50	1.06	2.71

3.1.15. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp K)

Tabelul 3.15. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp K

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/20/2023	16:00:00 PM	424.58	243.80	12.80	28.90	21.30	14.19	6.05	5.74

3.1.16. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp L Geotermal)

Tabelul 3.16. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp L Geotermal

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2023	11:36:01	423.94	243.44	12.80	13.80	15.50	9.47	4.03	10.29

3.1.17. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp L Hala geotermal)

Tabelul 3.17. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp L Hala geotermal

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/18/2023	12:36:01	423.94	243.44	0.00	0.80	0.50	0.29	0.12	0.32

3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M)

Tabelul 3.18. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp M

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	14:30:00 PM	423.82	245.88	4.60	1.70	4.50	2.43	1.03	2.64

3.1.19. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp N tâmplărie)

Tabelul 3.19. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp N tâmplărie

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
------	-----	----	----	----	----	----	---	---	---

-

		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	12:30:00	423.88	245.92	5.00	1.90	4.10	2.47	1.05	2.69

3.1.20. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp O atletism)

Tabelul 3.20. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp O atletism

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	11:30:00	423.90	245.91	5.20	4.60	1.60	2.56	1.09	2.79

3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M)

Tabelul 3.18. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp M

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	14:30:00 PM	423.82	245.88	4.60	1.70	4.50	2.43	1.03	2.64

3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M)

Tabelul 3.18. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp M

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	14:30:00 PM	423.82	245.88	4.60	1.70	4.50	2.43	1.03	2.64

3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M)

Tabelul 3.18. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp M

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	14:30:00 PM	423.82	245.88	4.60	1.70	4.50	2.43	1.03	2.64

3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M)

Tabelul 3.18. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp M

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	14:30:00 PM	423.82	245.88	4.60	1.70	4.50	2.43	1.03	2.64

3.1.18. Înregistrările pe tabloul general de distribuție (UOR corp M)

Tabelul 3.18. – Extras din valorile mărimilor înregistrate pe UOR corp M

Data	Ora	U1	V1	IR	IS	IT	P	Q	S
		V	V	A	A	A	kW	kVAR	kVA
5/21/2023	14:30:00 PM	423.82	245.88	4.60	1.70	4.50	2.43	1.03	2.64



3.2. Mărimi preluate din înregistrările UOR

Există două categorii de mărimi ce se utilizează în modelul de BEC și care pot fi preluate din baza de date a beneficiarului, constituită cu ajutorul ETS:

- Mărimi înregistrate sau calculate on-line;
- Mărimi înregistrate off-line, zilnic

Tabelul 3.11. – Extras din valorile mărimilor înregistrate off-line anual de pe contoare ale vectorilor energetici

	Electrica		Apă canal/ meteo		Tansgex		Distrigaz		Termoficare	
anul	MWh	Valoare /lei	mc	Valoare /lei	mc	Valoare/lei	mc	Valoare/lei	Gcal	Valoare/lei
2011	1190819	970570.19	188875.4	903115.42	602793.9	1945397.78	28190	40295.51	4096.5	522309.29
2012	2078063	1216066.33	86284.4	499111.37	295631	1609047.18	46241	78189.1	2223.5	563732.72
2013	2739274	145510.24	285766.2	618486.58	353433	1150800.91	39512	74455.89	2044.9	555884.4
2014	1709111	1051381.3	202060.76	728666.62	341921.2	1189489.44	33647	63883.28	2014.92	503473.8
2015	1986542	961460.86	256338	1009265.94	470969.8	1664660.79	43605	139519.4	2011.07	522274.07
2016	2088768	1358167.96	306707.51	1162586.34	447685.1	1636896.3	41675	122743.3	2220.05	541949.42
2017	2022892	995249.74	218997.24	1212794.29	509827.9	1824038.24	52656	91058.39	1868.054	523213.21
2018	1920432.13	1657040.7	281383.55	1531774.34	278757	1254604.32	46990	124462.05	2437.67	718685.13
2019	1942061	1393346.505	247201.97	1373384.03	334766.76	1995771.65	47287	97282.24	2356	718368.78
2020	1508969.81	102034.42	144628.442	859503.66	250478.72	958999.34	37037	9995.554	1961.557	798831.42
2021	1605465	1007035	95640.7	166740.5	247476	962606.07	121427	99604.67	437516.14	306931
2022	2146,63	2630227,81	66891,19		253529		40183	0	2157,83	
...										
2024	1928393	0	69347,24		244620		30590	0	1591,88	

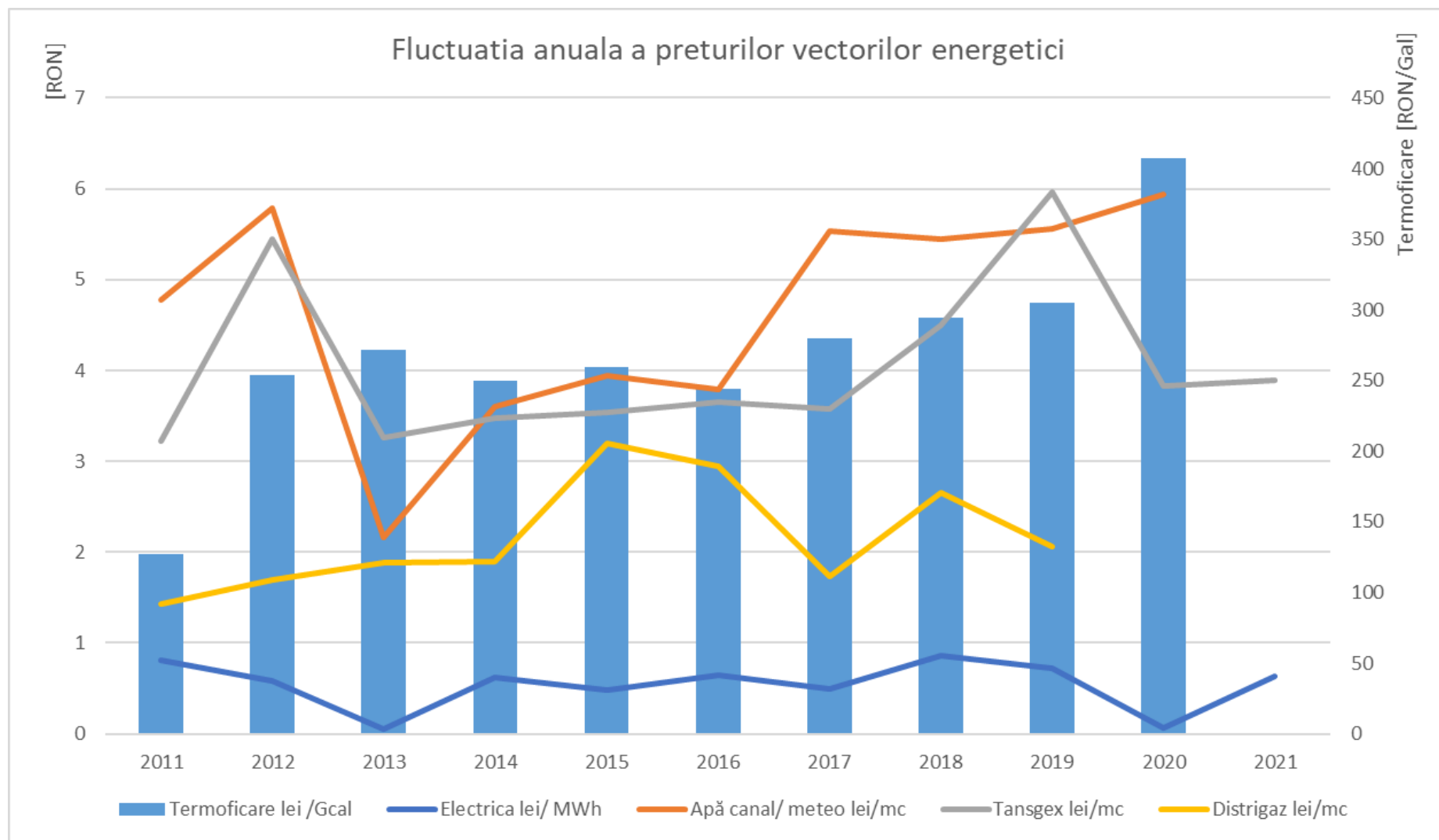


Fig. 3.13 – Costul pe vectori energetici in ultimii 10 ani (informații disponibile beneficiar)

-

Tabelul 3.12. – Generarea de energie electrica din parcurile PV interne conturului (2024)

	Pi DC [kWp]	Pi AC [kW]	generare PVGIS	Total String Capacity (kWp)	PV Yield (kWh)	Export (kWh)	Import (kWh)	Consumption (kWh)	Self- consumption (kWh)	PVGIS/ real	% export din generare din PVGIS	% export din generare din real
Geothermal	42.75	40	42693.84	40	47129.58	8122.7	142637.72	181644.6	39006.88	1.1	334.0943799	19.02546128
Corp S Biblioteca	80.4	80	81988.36	80.5	100820.17	79866.68	20081.062	44423.13	20423.69	1.2	24.49257675	97.41221803
Corp T hala noua	71.76	80	84312.40	70.84	53292.31	33824.15	51193.45	70661.61	19468.16	0.6	60.71876735	40.1176458
Corp V2	85.995	120	95826.90	63	3754	1487.04	2830.03	5096.99	2266.96	0.04	2.953273037	1.551798086
Corp V3	91.08	90	90435.32		nu a fost pornit						0	0
Corp P - gimnastica	55.232	56	53967.07	58.88	29941.43	24792.38	508.516	9564.53	5149.05	0.55	0.942270907	45.9398296

3.2.1. Reprezentări grafice ale profilului de consum

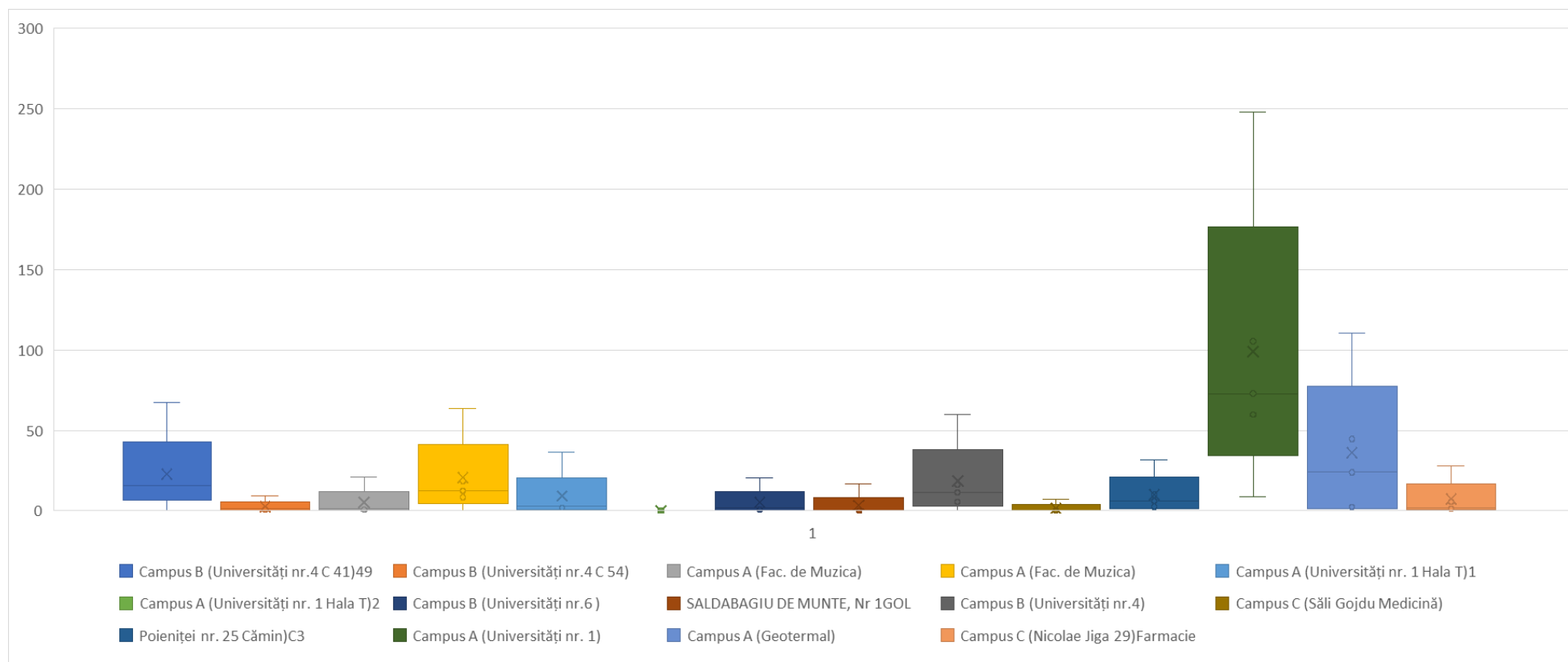


Fig. 3.14 – Profil de consum box and whiskers pentru punctele de consum analizate 18 luni – curba de sarcina orara

Figura 3.14 ilustrează profilul de consum orar pentru punctele de măsură dotate cu contori inteligenți (smart meters), analizate pe o perioadă de 18 luni, valori orare. Reprezentarea grafică utilizează o abordare de tip box-and-whiskers (cutie cu mustăți), care evidențiază distribuția statistică a valorilor de consum orar pentru fiecare punct analizat.

Pentru fiecare oră a zilei, cutia centrală (box) reprezintă intervalul intercuartilic (IQR), cuprins între quartila 1 ($Q1 - 25\%$) și quartila 3 ($Q3 - 75\%$), indicând astfel zona în care se află 50% din valorile măsurate. Linia mediană ($Q2$) din interiorul cutiei reprezintă valoarea mediană a consumului orar.

"Mustățile" (whiskers) se extind până la cele mai mici și cele mai mari valori care nu sunt considerate extreme (în general, până la $1,5 \times IQR$). Valorile considerate outliere (valori extreme de consum, anormal de mari sau mici față de distribuția normală) pot fi, de asemenea, indicate ca puncte izolate pe grafic.

Această reprezentare permite o înțelegere vizuală rapidă a:

- consumului tipic pe oră,
- variațiilor sezoniere și ale vârfurilor de sarcină,
- nivelului de dispersie și comportamentului de consum la nivel de puncte de măsură.

Această analiză de tip box-and-whiskers este esențială în contextul dimensionării echipamentelor de distribuție electrică, cum ar fi transformatoare, tablouri de distribuție și conductoare, întrucât evidențiază:

- nivelurile uzuale de sarcină și variația acestora în timp,
- perioadele orare cu risc de suprasarcină,
- dispersii semnificative care pot indica comportamente de consum neuniforme sau neoptime.

De asemenea, profilul de consum rezultat poate fi utilizat pentru:

- optimizarea încărcării transformatoarelor, prin redistribuirea consumatorilor;
- identificarea oportunităților de implementare a măsurilor de eficiență energetică (de ex. mutarea sarcinilor necritice în afara vârfurilor);
- calibrarea sistemelor de automatizare energetică și a politicilor de management al energiei (conform ISO 50001);
- simularea pierderilor de energie în sistemul de distribuție, pe baza unui profil realist și statistic robust.

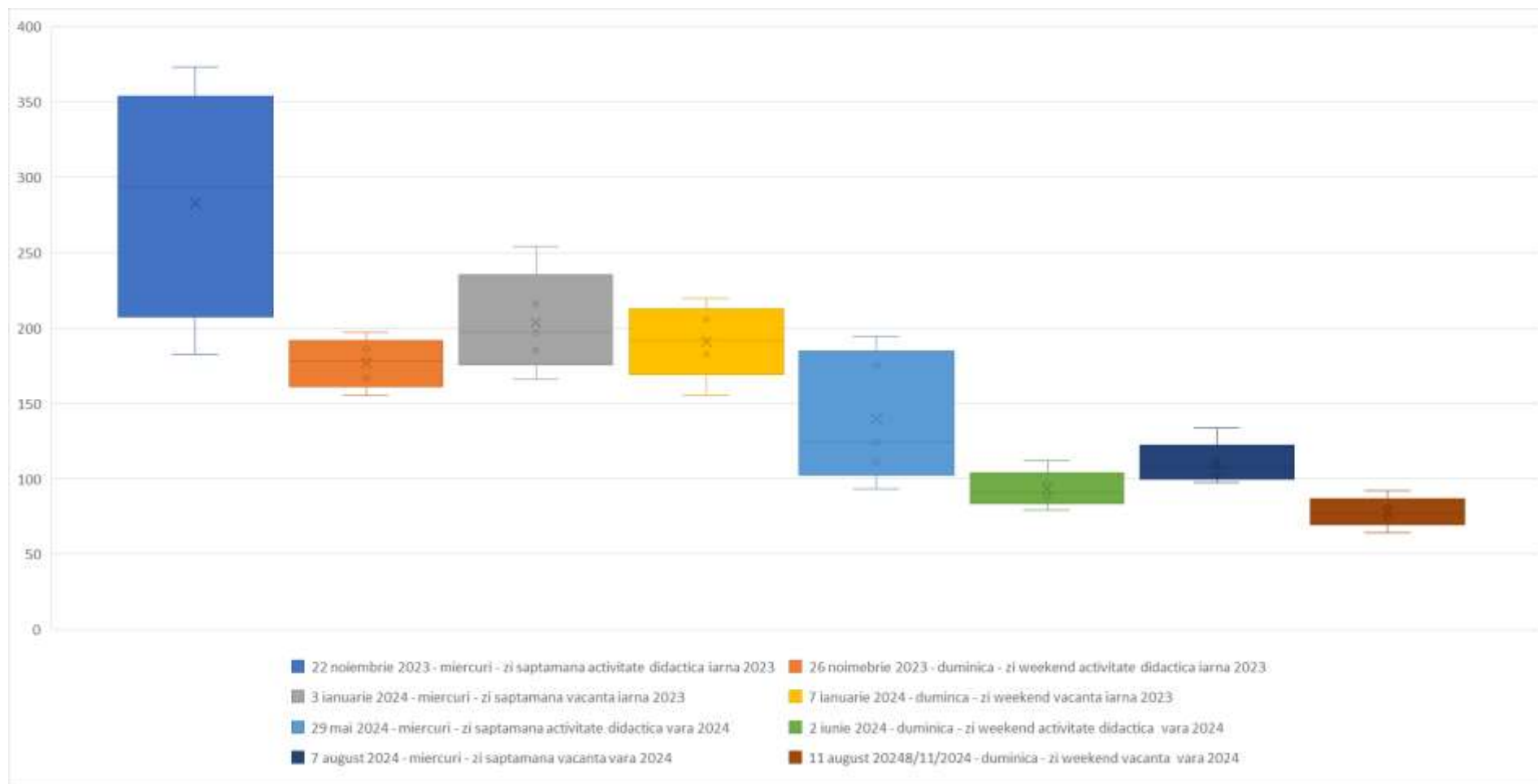


Fig. 3.15 – Profil de consum box and whiskers pentru întreg conturul – curba de sarcina orara – zile lucrătoare zile libere /vacanta

Figura 3.15 prezintă profilul de consum orar pentru întregul contur analizat, diferențiat pe categorii de zile: zile lucrătoare și zile libere/vacanță, pe o perioadă extinsă de monitorizare. Reprezentarea utilizată este de tip box-and-whiskers, evidențiind distribuția valorilor de consum în funcție de ora din zi și sezonality.

-

Fiecare set de coloane reflectă distribuția consumului pentru un tip de zi într-un anumit sezon. Astfel:

- primele patru coloane (dinspre stânga) corespund profilului de consum din sezonul rece (iarna),
- ultimele patru coloane reflectă consumul în perioada de vară,

Se remarcă un consum semnificativ mai ridicat în sezonul rece, în special în intervalele orare de activitate (dimineața și după-amiaza), corelat cu utilizarea intensivă a sistemelor de iluminat și HVAC. În contrast, în perioada verii, consumul este mult diminuat, în special în zilele de weekend și vacanță universitară, ceea ce evidențiază caracterul sezonier și ocupațional al consumului electric.

Se observa un profil de consum accentuat în zilele de iarnă (primele patru coloane de la stânga la dreapta) și un profil mult mai redus în perioada de vară (ultimele patru coloane). Aceasta fluctuație sezonieră reflectă consumul preponderent pentru iluminat și HVAC.

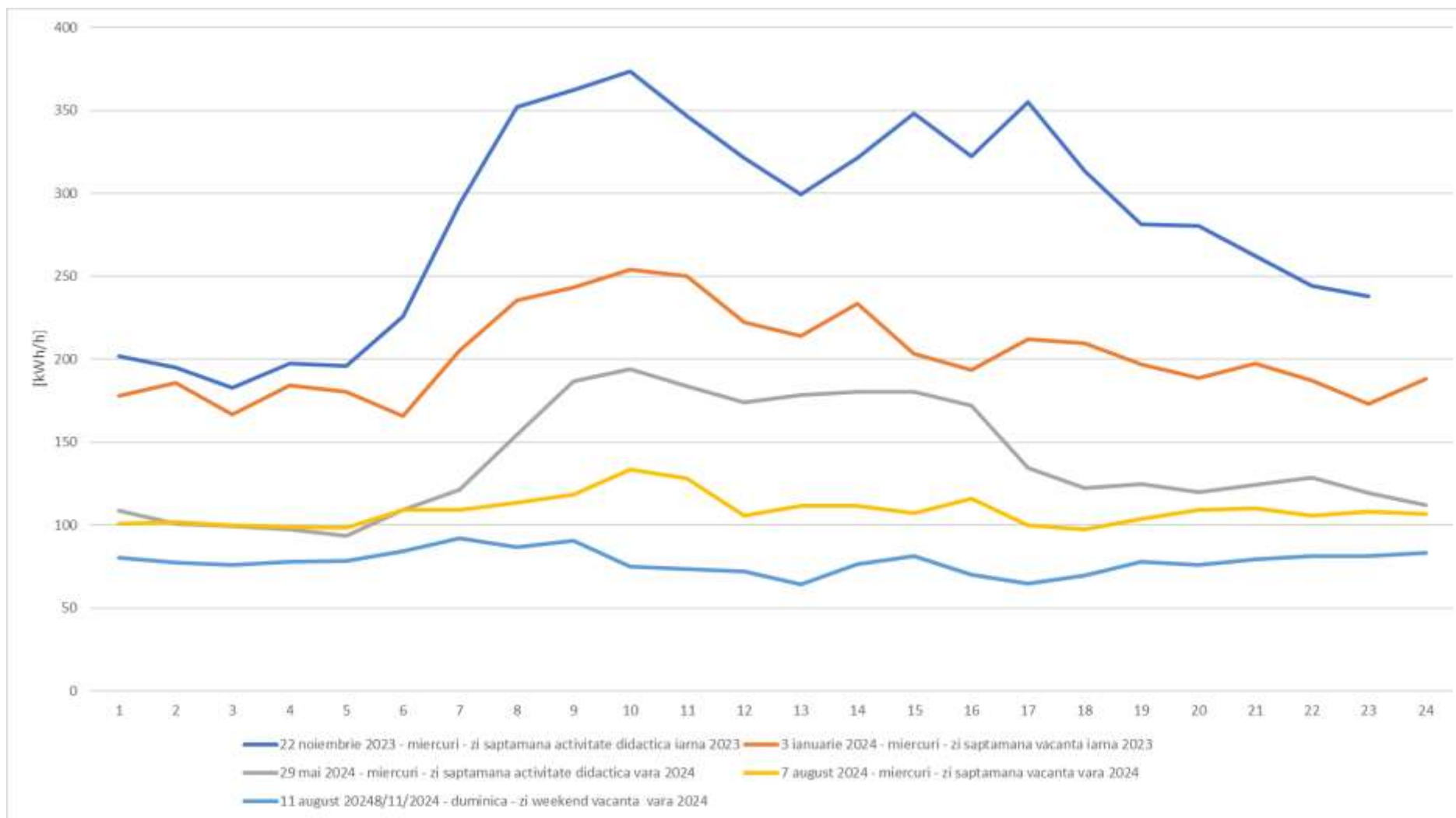


Fig. 3.15 – Curba de sarcina orara (energie electrica) – zile lucrătoare zile libere /vacanta

Figura 3.15 prezintă, sub formă de grafic liniar, curbele de sarcină orară comparate pentru mai multe tipuri de zile selectate din perioada de monitorizare: zile lucrătoare și zile libere/vacanță, atât din sezonul rece (iarna), cât și din sezonul cald (vara).

-

Curbele sunt construite pe baza valorilor orare de consum electric înregistrate pentru întregul contur, având ca scop evidențierea diferențelor semnificative dintre:

- profilul de consum din zilele lucrătoare de iarnă, caracterizat prin vârfuri pronunțate în intervalele 08:00–11:00 și 15:00–18:00, asociate cu iluminatul extins și utilizarea sistemelor HVAC;
- consumul redus și constant din zilele de weekend sau vacanță, în special vara, reflectând o activitate instituțională minimă și o utilizare scăzută a infrastructurii electrice.

Această comparație evidențiază:

- importanța variației sezoniere în profilul de consum,
- impactul regimului de lucru (activ vs. neocupat) asupra curbei de sarcină,
- și permite identificarea clară a intervalelor orare critice pentru dimensionarea echipamentelor și stabilirea unor politici de optimizare a consumului (ex. shifting de sarcină, shaving de vârf de sarcină, oprirea automată a echipamentelor în afara programului).

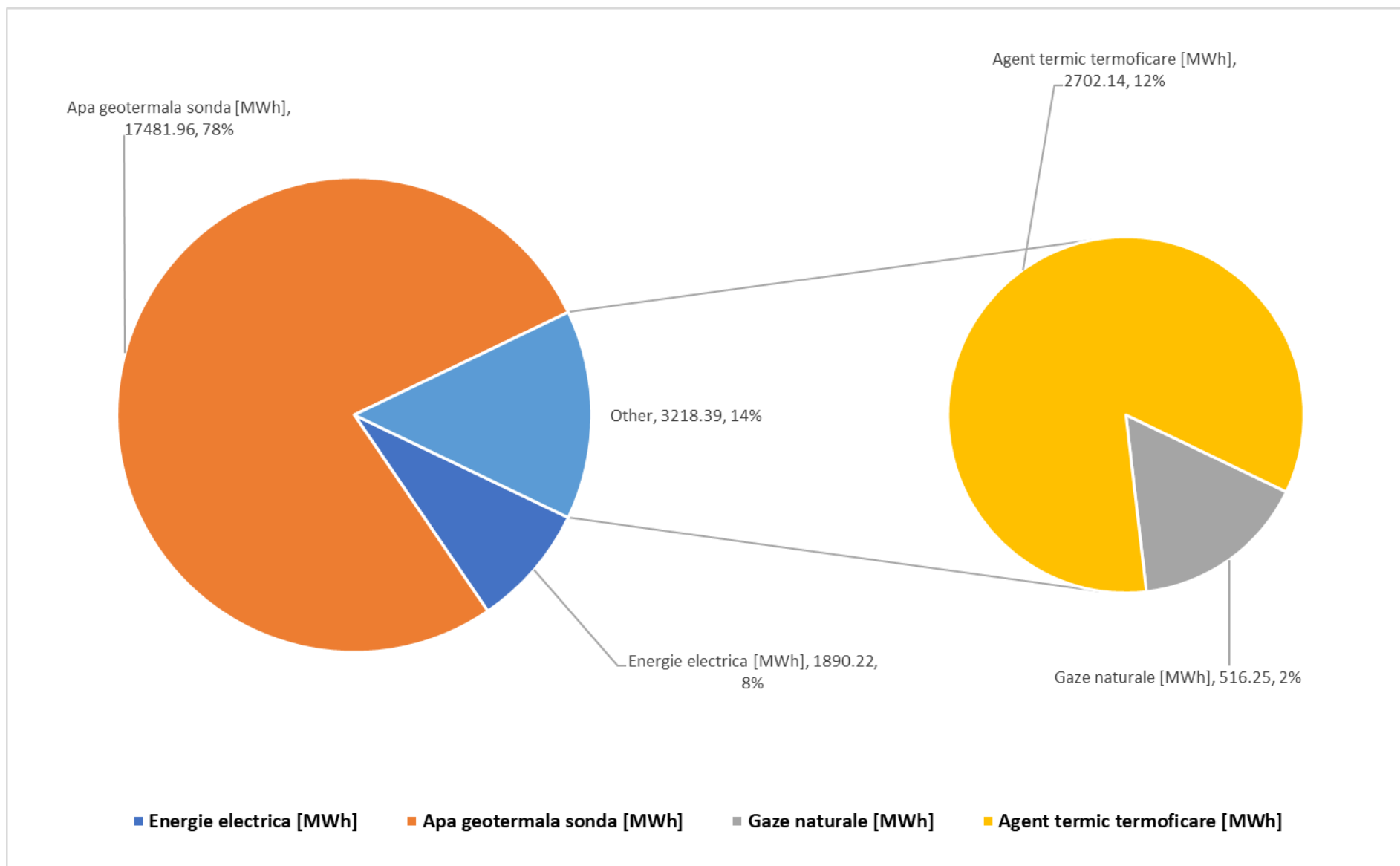


Fig. 3.16 – Ponderea consumurilor energetice ca valori medii multianuale (2011-2021) pentru întreg conturul Universitatea din Oradea

-

Figura 3.16 prezintă, sub formă de diagramă de tip pie of pie, distribuția consumurilor energetice anuale medii înregistrate în cadrul Universității din Oradea, pe o perioadă de 11 ani (2011–2021). Reprezentarea permite vizualizarea atât a surselor principale de energie, cât și detalierea unor contribuții mai mici, care ar fi altfel greu de distins.

Graficul evidențiază contribuția relativă a principalelor surse de energie utilizate în campusul universitar, exprimată în valori energetice anuale medii, agregate pe o perioadă de 11 ani. Sunt incluse următoarele surse:

- Apă geotermală de sondă – cu o pondere dominantă de 77%, este principala sursă energetică utilizată, indicând o orientare clară către resurse regenerabile locale pentru încălzire și apă caldă menajeră;
- Agent termic din sistemul de termoficare urbană – 12%, folosit complementar pentru încălzire în anumite clădiri sau zone ale campusului;
- Energie electrică – 9%, consumată pentru iluminat, pompe de caldura, echipamente IT, HVAC, laboratoare și alte servicii auxiliare;
- Gaze naturale – 2%, utilizate ocazional, indicând o dependență scăzută de combustibili fosili;
- Apă canal/meteo – valoare simbolică (sub 0,1%), reprezentând un consum tehnic auxiliar.

Predominanța energiei electrice confirmă tranziția sistemului energetic universitar către electrificare parțială a serviciilor, inclusiv în ceea ce privește încălzirea (prin pompe de căldură).

Graficul reflectă profilul energetic sustenabil al universității, caracterizat de:

- maximizarea utilizării resurselor regenerabile (geotermal),
- scăderea consumului de gaze naturale,
- tendință clară de diversificare și echilibrare a surselor energetice.

Această distribuție este un indicator important pentru evaluarea performanței energetice generale, dar și un fundament pentru definirea de obiective viitoare în cadrul sistemelor de management energetic (ISO 50001) sau în contextul neutralității climatice.

Conform datelor disponibile pentru anul 2024, Compania de Apă Oradea a pompat un volum total de 17.405.680 m³ de apă. În același an, compania a produs 1.372.744 kWh de energie electrică, reprezentând 39% din consumul total de energie.

- Consum specific = $\approx 0,123 \text{ kWh/m}^3$

Acest consum specific de aproximativ 0,123 kWh/m³ indică o eficiență energetică ridicată a Companiei de Apă Oradea în procesul de pompare și distribuție a apei potabile. Pentru comparație, valorile tipice ale consumului specific de energie în industria apei potabile variază între 0,5 și 1,1 kWh/m³, în funcție de factori precum topografia, distanța de transport și tehnologiile utilizate.

Această informație este relevantă în calculul energiei electrice asociate fiecărui mc de apă utilizată și a emisiilor de CO₂ asociate acesteia.

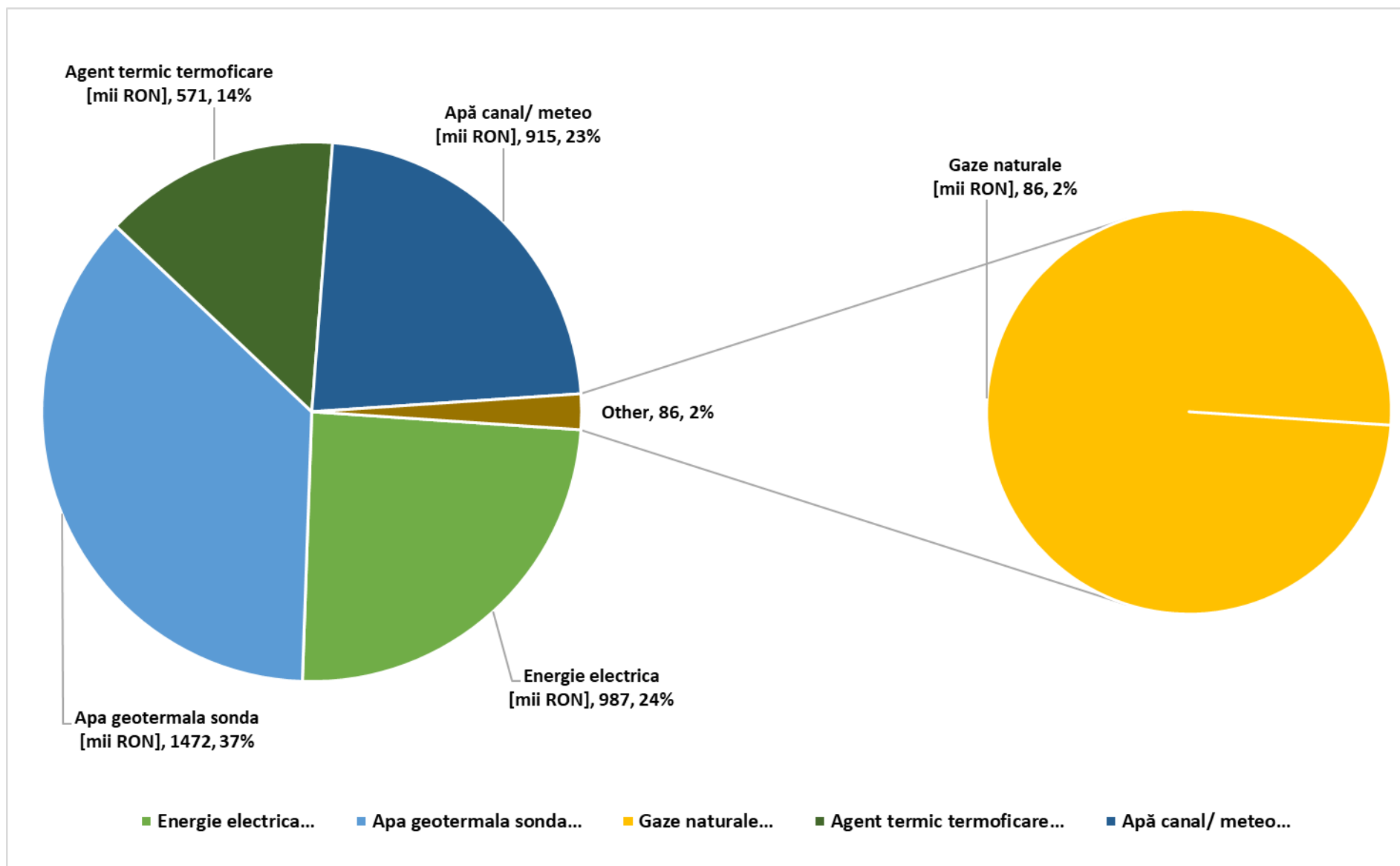


Fig. 3.17 – Ponderea costurilor energetice ca valori medii multianuale (2011-2021) pentru întreg conturul Universitatea din Oradea

-

Figura 3.17 prezintă distribuția costurilor energetice medii anuale, agregate pe o perioadă de 11 ani (2011–2021), aferente întregului contur funcțional al Universității din Oradea. Reprezentarea sub formă de diagramă „pie of pie” permite o evidențiere mai clară a ponderilor relative pentru sursele cu valori mici.

Structura costurilor energetice:

- Apă geotermală de sondă – reprezintă 37% din totalul costurilor (1.472 mii RON), fiind principala componentă financiară energetică, chiar dacă este o sursă regenerabilă; costurile pot include extracție, transport, întreținere și funcționare sistem;
- Energie electrică – are o pondere de 24% (987 mii RON), acoperind iluminatul, funcționarea echipamentelor, sistemele HVAC și alte instalații tehnice;
- Apă canal/meteo – 23% (915 mii RON), o componentă semnificativă a costurilor tehnice asociate cu gestionarea rețelelor de apă și canal, evacuare ape meteorice etc.;
- Agent termic din termoficare – 14% (571 mii RON), utilizat punctual în unele clădiri, reflectă o alternativă la sursele interne de încălzire;
- Gaze naturale – doar 2% (86 mii RON), reflectând utilizarea limitată a acestui combustibil convențional;

Interpretare financiar-energetică:

Deși energia geotermală este sursa dominantă în balanța energetică (Figura 3.16), ea generează și cele mai mari costuri, ceea ce evidențiază nevoia de optimizare economică a procesului de utilizare. Comparativ, energia electrică și serviciile de apă/canal implică și ele costuri importante, care pot fi abordate prin măsuri de eficiență, automatizare și reducere a pierderilor.

Această analiză susține:

- prioritizarea investițiilor în optimizarea energetică a sistemelor geotermale și a distribuției electrice;
- evaluarea tehnico-economică a surselor externe de agent termic;
- analiza cost-beneficiu a potențialelor surse alternative (ex. fotovoltaice, recuperare de căldură etc.).



IV. REZULTATE OBȚINUTE CU REFERIRE LA BEC REAL

Pe baza măsurătorilor efectuate, a mărimilor de calcul preluate din baza de date pusă la dispoziție de către beneficiar (cap. III), utilizând modelul de BE prezent în cap. II, s-au determinat valorile numerice ale componentelor de BE. Prezentăm în acest capitol rezultatele obținute structurate astfel:

- Puterea aparentă tranzitată (S);
- Coeficientul de formă al curentului (k_f);
- Valoarea medie a curentului pe componentele RED (I_m);
- Rezistența ohmică a componentelor RED (R_L);
- Pierderile de putere pe componentele RED (ΔP_L);

După evaluarea componentelor de BE, acestea sunt redată - cu referire la fiecare tip de BE și nivel de sarcină în tabele. În ultimul subcapitol al acestui capitol se dau valorile obținute pentru indicatorii de performanță energetică.

4.1. BEE real al PT și RED_p din cadrul UOR

Având în vedere distribuția consumatorilor pe mai multe puncte de transformare și întinderea mare a rețelei din cadrul campusurilor universitare, am realizat un centralizator al pierderilor de putere din liniile de distribuție, precum și din singurul transformator inclus în conturul analizat (PTZ Geotermal – delimitare MT, 250 kVA, 20/0.4kV).

Pentru acest subcontur, care acoperă aproximativ 77% din consumul total de energie electrică al Universității din Oradea, am determinat pierderile de energie în transformator pe durata unui an calendaristic, utilizând metoda bazată pe curba de sarcină – 8760 valori. În ceea ce privește liniile de alimentare, pierderile au fost calculate pe baza parametrilor mășurați.

Analiza detaliată a fost realizată inițial pentru campusul A, iar rezultatele au fost ulterior extrapolate la nivelul întregului contur.

Rezultatele obținute la nivelul conturului (PT + RED_p) se prezintă în tabelul 4.1, respectiv tabelul 4.2. Valorile puterilor sunt preluate din măsurătorile efectuate cu AR pe echipamentele de transformare.

Sinteza rezultatelor pentru conturul “PT-RED_p” este redată în tabelul 4.2.

Tabelul 4.1-Elementele sintetice pentru BEE real pe PT care vehiculeaza tranzitul de putere pe platforma UOR si componente ale RED

	CONDUCTOR		Linia electrica	k _f	R _L	I _m	ΔP _L		sect	lung	
					[Ω]		[kW]	ro	mmp	ml	Alimentat din
PTZ Geotermal	2xACYABY 3x185+95mmp	1	Corp geotermal	1.063910	0.02	14.03	0.014204	0.0271	185	29	
PTZ Geotermal	ACYABY 3x240+150	2	Hala corp Geotermal	1.063910	0.01	0.43	0.000009	0.0271	240	26	
PTZ Geotermal	ACYABY 3x50+25mmp	3	TE pompe	1.063910	0.56	28.33	1.521818	0.0271	50	206	
PTZ Geotermal	ACYABY 3x120+75	4	CORP C	1.063910	0.03	3.70	0.001575	0.0271	120	30	
PTZ Geotermal	ACYABY 3x240+50mmp	5	Corp F	1.063910	0.07	7.83	0.015293	0.0271	240	130	
PTZ Geotermal	CYABY 5X25mmp	6	Corp E	1.063910	0.18	0.93	0.000545	0.0271	25	34	
PTZ Geotermal	CYABY 5X25mmp	7	Corp D	1.063910	0.16	0.50	0.000138	0.0271	25	30	
PTZ Geotermal	ACYABY 3x120+75mmp	8	Corp J	0.934982	0.09	3.70	0.003405	0.0271	120	84	Geotermal
PTZ Geotermal	ACYABY 3x150+75mmp	9	Corp A	1.063910	0.08	17.50	0.088304	0.0271	150	94	Corp J
PTZ Geotermal	ACYABY 3x95+50mmp	10	Cantina corp U	1.030852	0.42	57.67	4.430952	0.0271	95	293	Geotermal
PTZ Geotermal	CYABY 5X25	11	Corp I	1.063910	0.23	27.23	0.573299	0.0271	25	42	Corp J
PTZ Geotermal	ACYABY 3x120+75mmp	12	Corp K	1.063910	0.03	21.00	0.045655	0.0271	120	27	Corp J
PTZ Geotermal	ACYABY 3x95+50mmp	13	Camin C2	1.063910	0.09	8.47	0.021179	0.0271	95	61	cantina
PTZ Geotermal	ACYABY 3x95+50 mmp	14	Camin C1	1.063910	0.10	7.33	0.018753	0.0271	95	72	C2
PTZ Geotermal	ACYABY 3x95+50mmp	15	Corp B	1.063910	0.13	15.37	0.101788	0.0271	95	89	corp A
PTZ Geotermal	ACYABY 3x120+75mmp	16	Corp M	1.063910	0.07	3.60	0.003230	0.0271	120	65	corp B
PTZ Geotermal	ACYABY 3x50+25mmp	17	Corp N - TE Tamplarie	1.063910	0.09	3.67	0.003959	0.0271	50	32	Corp M
PTZ Geotermal	ACYABY 3x50+25mmp;	18	Corp O - TE Atletism	1.063910	0.08	3.80	0.003854	0.0271	50	29	Corp N
PTZ Geotermal	ACYABY 3x50+25mmp	19	Corp TIR	1.063910	0.24	0.77	0.000481	0.0271	50	89	Corp O - TE Atletism
PTZ Geotermal	ACYABY 3x25+16mmp	20	SERA	1.063910	0.14	2.13	0.002094	0.0271	25	25	Corp TIR
PTZ Geotermal	ACYABY 3x50+25mmp	21	TE Balon Tennis	1.063910	0.34	0.90	0.000924	0.0271	50	124	Corp O - TE Atletism
PTZ Geotermal	CYABY 5x16mmp	22	TE Gimnastica	1.063910	0.29	6.13	0.036781	0.0271	16	34	Corp O - TE Atletism
PTAb Muzica	2x ACYABY 3x240+150mmp	23	Fac Muzica	1.06391	0.04	3.70	0.001968	0.0271	240	75	PTAb Muzica - HALA T
PTAb Muzica	ACYABY 3x240+150mmp	24	Corp S -Biblioteca	1.171831	0.04	10.36	0.018963	0.0271	240	76	PTAb Muzica - HALA T
PTAb Muzica	ACYABY 3x240+150mmp	25	Corp T	1.06391	0.02	66.07	0.326433	0.0271	240	39	PTAb Muzica - HALA T
PTAb Muzica	ACYABY 3x95+50mmp	26	Corp V1	1.06391	0.28	1.43	0.001940	0.0271	95	195	PTAb Muzica - HALA T

PTAb Muzica	ACYABY 3x70+35mmp	27	Corp V3	1.06391	0.54	1.90	0.006644	0.0271	70	280	PTAb Muzica - HALA T
PTAb Muzica	ACYABY 3x70+35mmp	28	Corp V2	1.06391	0.45	0.77	0.000889	0.0271	70	230	PTAb Muzica - HALA T
PTZ Geotermal	TRAFO 250 kVA	29	Pierderi in Cu - variabile	0.119277	Pierderi in Fe -fixe	1.1	1.219277				LEA20kV Fagarasului
	TOTAL REDp						8.464356	[kWh/h]			

Având în vedere pierderile de energie activă determinate în liniile scurte de alimentare și în transformatorul aferent subconturului REDp, vom utiliza aceste rezultate pentru a identifica și estima pierderile specifice asociate rețelei de distribuție REDp la nivelul întregului contur al Universității din Oradea:

Tabelul 4.2-Sinteza rezultate pentru BEE real pe PT + REDp pe platforma UOR

			[kWh/an]	[MWh/an]	[%]
total REDp subcontur	pe ora		8.464356	0.0085	
total consum subcontur anual	pe an		2381999	2381.999	
total REDp subcontur anual	pe an		74147.76	74.14786	
total consum UOradea anual	pe an	2023 declarație consum ME	1928393	1928.393	
total REDp UOradea anual	pe an		60027.73	60.0278	3.1128



4.2. BEE real al sistemului de iluminat din cadrul UOR

Sistemul de iluminat al campusului universitar este compus din două subsisteme distincte: iluminatul interior pentru spațiile de învățământ și cercetare, și iluminatul public exterior.

1. Iluminatul interior (pentru clădiri și laboratoare)

Acest sistem deservește săli de curs, laboratoare, birouri, holuri și alte spații funcționale. Puterea instalată totală este de 401,16 kW, cu o durată medie anuală de funcționare de 2000 ore (conform standardului SREN15193-1), rezultând un consum anual de aproximativ 802320 kWh.

În prezent, iluminatul interior utilizează un mix tehnologic variat, de la echipamente învechite la soluții moderne eficiente. Sunt utilizate surse precum:

- becuri incandescente (eficiență scăzută, consum ridicat),
- becuri halogen (ușor mai eficiente, dar tot energofage),
- tuburi fluorescente (utilizate frecvent în săli de curs și laboratoare),
- iluminat cu halogenuri metalice (în spații mari, precum aule sau săli de sport),
- sisteme LED moderne (în zone renovate),
- corpuri cu senzori de mișcare sau prezență (în grupuri sanitare sau spații comune).

Această varietate reflectă etapele succesive de renovare și adaptare tehnologică din campus. Modernizarea progresivă a sistemului cu tehnologie LED a început, dar o parte semnificativă din instalațiile existente utilizează în continuare surse clasice.

2. Iluminatul public (perimetral și căi de acces)

Sistemul exterior acoperă alei, parcuri, drumuri de acces și spații comune exterioare. Are o putere totală instalată de 5,951 kW, funcționează aproximativ 4150 ore pe an, și generează un consum anual de circa 24696.7 kWh.

În exterior, sistemul utilizează corpuri de iluminat bazate pe:

- lămpi cu vapori de sodiu (foarte eficiente energetic, dar cu lumină galbenă, slabă pentru redarea culorilor),
- lămpi cu halogenuri metalice (utilizate în zone cu cerințe mari de iluminare),
- proiectoare și stâlpi LED (în zone modernizate),

sisteme automate cu senzori crepusculari și temporizatoare (pentru reducerea consumului).

Nu se vor considera pierderile pe liniile scurte de alimentare.

Rezultatele obtinute la nivelul conturului (Iluminat) se prezinta in tabelul 4.3. Valorile puterilor sunt calculate pe baza puterii instalate a corpurilor de iluminat si a echipamentelor auxiliare (balast electromagnetic, starter, driver, etc)

Sinteza rezultatelor pentru conturul “iluminat” este redată in tabelul 4.4.

Tabelul 4.3-Centralizator pentru BEE real pe subcontur „Iluminat” pe platforma UOR

Corp iluminat													
tip	incandescent	incandescen t	incandescent	incandescen t	incandescen t	incandescen t	fluorescent	fluorescent	Halogen	LED	LED	LED	LED
Pi [W]	60	75	100	150	300	400	18	36	100	6	6.6	10	
bucati	41	15	116	8	4	2	2779	6078	48	884	1631	100	
PI balast[W]	0	0	0	0	0	0	2	4	0	1	1	1	
bucati	41	15	116	8	4	2	2779	6078	48	884	1631	100	
Balast / driver [kW]	0	0	0	0	0	0	5558	24312	0	884	1631	100	
Pit [kW]	2.46	1.125	11.6	1.2	1.2	0.8	55.58	243.12	4.8	6.188	12.3956	1.1	
Corp iluminat													
tip	incandescent	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED	LED
Pi [W]	60	12	13	15	18	21	24	30	40	48	50	56	82
bucati	41	155	1149	1278	413	18	860	4	59	174	71	56	82
PI balast[W]	0	2	2	2	2	3	3	4	5	5	6	7	10
bucati	41	155	1149	1278	413	18	860	4	59	174	71	56	82
Balast / driver [kW]	0	310	2298	2556	826	54	2580	16	295	870	426	392	820
Pit [kW]	2.46	2.17	17.235	21.726	8.26	0.432	23.22	0.136	2.655	9.222	3.976	3.528	7.544

Pierderile pe sistemele echipamentelor auxiliare surselor de iluminat(balast electromagnetic, starter, driver, etc) vor fi numite pierderi pe echipamente auxiliare iar pierderile pe sursele de lumina vor fi asociate neutilizării tehnologiei corespunzătoare / actuale.

Tabelul 4.4-Sinteza rezultate pentru BEE real pe subcontur „Iluminat” pe platforma UOR

Energia intrata in contur [kWh/an]	827017
Pierderi in echipamente auxiliare [kWh/an]	88336

-

4.3. BEE real al sistemului de generare energie electrica sursa PV din cadrul UOR

Sistemul fotovoltaic (PV) al Universității din Oradea este compus din mai multe centrale solare amplasate pe clădiri distincte din campus. Aceste sisteme sunt de tip on-grid, cu injectare în rețeaua internă a campusului, și sunt realizate de diverși instalatori în ani diferiți. UOR dispune de șase instalații fotovoltaice situate pe acoperișurile mai multor clădiri, însumând o putere instalată DC (panouri) de aproximativ 427 kWp și o putere AC (invertoare) de 466 kW. Producția totală estimată anual (conform PVGIS) depășește 449.000 kWh/an, ceea ce ar trebui să contribuie semnificativ la acoperirea consumului energetic din campus.

Toate instalațiile prezintă un randament specific între 960–1170 kWh/kWp/an, valori foarte bune pentru condițiile de iradiere din zona Oradea. Cele mai eficiente sisteme sunt cele de la Corp T și Corp V2, având valori ridicate ale productivității specifice (peste 1100 kWh/kWp).

Tabelul 4.5-Sinteza rezultate pentru BEE real pe subcontur „PV” pe platforma UOR

Locatie	Instalator	Pi DC [kWp]	Pi AC [kW]	kWh/ kWAC	kWh/ kWp	Estimare generare proiect	Generare reala monitorizare
Corp L Geothermal	Ensys	42.75	40	1067.35	998.69	42693.84	47129.58
Corp S Biblioteca	DHElectric Systems	80.4	80	1024.85	1019.76	81988.36	100820.17
Corp T hala noua	DHElectric Systems	71.76	80	1053.91	1174.92	84312.40	53292.31
Corp V2	Ensys	85.995	120	798.56	1114.33	95826.90	3754
Corp V3	Romsir(2023)	91.08	90	1004.84	992.92	90435.32	nu a fost pornit
Corp P - gimnastica	DHElectric Systems	55.232	56	963.70	977.10	53967.07	29941.43
TOTAL					MWh	449.22	234.94

În evaluarea performanței sistemelor fotovoltaice din cadrul Universității, vor fi considerate drept pierderi relevante doar acele pierderi care rezultă din două cauze principale: (1) necurățarea sau întreținerea insuficientă a panourilor fotovoltaice și (2) setarea necorespunzătoare sau utilizarea defectuoasă a echipamentelor sistemului.

Mai precis, pierderile datorate depunerii de praf, murdărie, polen sau alte particule pe suprafața modulelor vor fi luate în calcul în contextul în care acestea reduc randamentul de conversie al energiei solare. De asemenea, vor fi analizate și pierderile rezultate din erori de configurare ale invertorului, neadaptarea tensiunilor de lucru, lipsa sincronizării optime între componentele sistemului sau folosirea acestora în condiții necorespunzătoare față de specificațiile tehnice.

Alte tipuri de pierderi – cum ar fi cele determinate de factori atmosferici, poziționarea panourilor sau inerentele limitări constructive – nu vor fi incluse în această analiză, fiind considerate pierderi structurale sau inevitabile în contextul proiectării sistemului.



4.4. BEE real al sistemului de pompe de căldură din cadrul UOR

În cadrul campusului Universității, funcționează mai multe instalații de pompe de căldură de tip aer-apă și apă-apă, grupate în trei puncte termice distincte: în Corpul L (PT Geotermal – Campus A), în Corpul D (Campus A) și în Corpul C49 (Campus B). Aceste sisteme acoperă necesarul termic al clădirilor prin preluarea energiei din aerul sau apa subterană disponibilă în zonă.

1. Punct Termic Principal – Corp L – Campus A (Geotermal)

Echipamente: 5 pompe de căldură aer-apă, marca Termocool, fiecare cu o putere instalată de 60 kW și 2 pompe de căldură apă-apă Kronoterm, fiecare de 90 kW (total 180 kW).

Putere totală instalată: 300 kW

Durată de funcționare anuală estimată: 4.320 ore

Puterea activă medie măsurată: 223.75 kW

2. Punct Termic – Corp D – Campus A

Echipamente: 1 pompă de căldură aer-apă Kronoterm, de 90 kW

Funcțiune: folosită pentru completare – funcționează auxiliar în cazul insuficienței pompelor din PT Geotermal

Durată de funcționare anuală: 4.320 ore

3. Punct Termic Geotermal Secundar – Corp C49 – Campus B

Echipamente:

2 pompe de căldură apă-apă Kronoterm, fiecare de 90 kW (total 180 kW)

3 pompe de căldură aer-apă Termocool, fiecare de 60 kW (total 180 kW)

Durată de funcționare estimată: 4.320 ore

Menționăm că în acest moment nu sunt disponibile fișele tehnice oficiale pentru pompele de căldură utilizate (Termocool și Kronoterm). În absența acestora, vom realiza analiza electroenergetică și estimarea pierderilor pe baza următoarelor:

- Măsurători efectuate în teren, pentru grupuri de pompe identice (ex. cele 5 pompe Termocool din PT Geotermal).
- Comparații procentuale cu alte echipamente similare analizate anterior în proiecte tehnice și audite energetice.

Modele de pierderi standardizate, clasificate în:

- pierderi în cupru 1.73 % și fier 1.17 % (motor)
- pierderi mecanice 2.98 % (în motor lagăre, rulmenți, transmisii)

	[kW]	BUC	Pi	Pi total	H funct	P masurat	Energia /an	Pierderi in Cu	Pierderi in Fe	Pierderi mecanice
Pompe de caldura aer-apă Termocool	60	5	60	300	1320	223.75	295351.74	5109.59	3455.62	8801.48
Pompă aer-apă Kronoterm	90	1	90	90	1320	67.1254	88605.52	1532.88	1036.68	2640.44
Pompe de caldura apă-apă, Kronoterm	90	2	90	180	1320	134.2508	177211.04	3065.75	2073.37	5280.89
Pompe aer-apă, Termocool	60	3	60	180	1320	134.2508	177211.04	3065.75	2073.37	5280.89
TOTAL				750			738379.35	12773.96	8639.04	22003.70

4.5. BTE real al sistemului intern termoficare din cadrul UO

Având în vedere structura actuală a sistemului de termoficare al Universității din Oradea și lipsa unor modificări semnificative față de anul 2020, se impune menținerea aceluiași valori procentuale de pierderi energetice stabilite prin auditul energetic realizat în acel an. În cadrul respectivului audit, s-a analizat în detaliu comportamentul energetic al întregului sistem termic intern, incluzând punctele termice, rețelele de distribuție și consumurile proprii tehnologice.

Conform bilanțului energetic din 2020:

- energia utilă livrată a reprezentat 53,41% din energia intrată în sistem;
- pierderile totale de energie s-au ridicat la 45,16%, din care:
- 33,53% au fost pierderi în rețelele de distribuție (RD),
- 8,66% în punctele termice și conductele de legătură (PT),
- 2,97% în rețeaua de transport (RT).

Este important de menționat că, în perioada de după audit, nu s-au efectuat intervenții tehnice sau modernizări relevante asupra infrastructurii de termoficare care ar putea conduce la modificarea acestor valori. Dimpotrivă, au fost chiar eliminate o parte dintre echipamentele de măsurare, în special contoarele de agent termic amplasate pe conducte, ceea ce împiedică în prezent o reevaluare exactă, bazată pe măsurători directe.

În acest context, utilizarea aceluiași valori procentuale de pierderi stabilite prin auditul energetic din 2020 este pe deplin justificată din punct de vedere tehnic, întrucât ele reflectă fidel performanțele reale ale sistemului în configurația actuală. Ele pot fi considerate referință pentru orice analiză de consum, eficiență sau dimensionare energetică realizată în prezent, în absența unor date noi obținute prin măsurători sistematice.

4.6. BEC real al conturului UO

Tabelul 4.6 sintetizează principalele fluxuri energetice anuale care caracterizează consumul și producția de energie la nivelul Universității din Oradea. Acest bilanț evidențiază sursele de energie utilizate, tipurile de energie (electrică și termică), precum și pierderile aferente rețelelor termice.

1. Energia totală intrată în conturul energetic al universității

Valoarea totală a energiei intrate în universitate este de 22.863,7 MWh/an, reprezentând 100% din consumul anual analizat în acest bilanț.

Energia este asigurată din multiple surse, ceea ce indică o structură energetică mixtă, cu aport atât din rețea electrică, surse regenerabile (fotovoltaic), cât și surse termice convenționale și geotermale.

2. Componentele energiei electrice

Energia electrică din rețea (Wen-el): 1.928,39 MWh/an, adică 8,43% din total.

Energia electrică din surse fotovoltaice (Wen-el-PV): 234,94 MWh/an, ceea ce reprezintă 12,18% din energia electrică totală consumată. Acest aport este important și demonstrează funcționalitatea sistemelor PV deja instalate în campus.

3. Componentele energiei termice

Energie termică geotermală (Wterm GEOTR): 17.481,96 MWh/an, adică aproximativ 76,5% din energia termică totală. Acesta este principala sursă de încălzire în campus, indicând utilizarea eficientă a resurselor locale regenerabile.

Energie termică din sistemul de termoficare urbană (Wterm TO): 2.702,15 MWh/an, reprezentând 11.82%. Este o sursă suplimentară pentru alimentarea unor corpuri de clădiri neconectate direct la sistemul geotermal.

Energie termică generată din gaz metan (Wterm CH₄): 516,25 MWh/an, utilizată probabil pentru centrale individuale sau suplinirea vârfurilor de sarcină.

Astfel, energia termică totală intrată (Wterm) ajunge la 20.700,36 MWh/an.

4. Pierderi termice în rețelele de distribuție și punctele termice

Pierderi în rețeaua de distribuție (ΔW_T distr): 6.940,83 MWh/an, echivalentul a 33,53% din energia termică – o valoare considerabilă, caracteristică pentru rețelele îmbătrânite sau slab izolate.

Pierderi în punctele termice și conductele de legătură (ΔW_T pt+conducte): 1.792,65 MWh/an, adică 8,66% din energia termică.

Aceste pierderi însumate ($\approx 45.16\%$) sugerează o eficiență termică globală scăzută a rețelei, justificând nevoia unor lucrări de reabilitare, optimizare hidraulică și automatizare.

Tabelul 4.6-Elementele sintetice pentru BEC real pe întreg conturul energetic UOR inclusiv componente ale REDp (anul 2024)

Mărimea caracteristica		[MWh/an]	[%]
Energia totala intrata	Wtot	22863.7	100.00
Energia intrata electric	Wen-el	1928.39	8.43
Energia intrata electric CEF - PV	Wen-el-PV	234.94	1.03
Energia intrata geotermal	Wterm GEOTR	17481.96	76.46
Energia intrata termoficare	Wterm TO	2702.15	11.82
Energia intrata gaz metan	Wterm CH ₄	516.25	2.26
Energia termica intrata totala	Wterm	20700.36	90.54
pierderi termice in reseaua distributie	ΔW_T distr	6940.83	30.36
pierderi termice puncte termice si conducte	ΔW_T pt+conducte	1792.65	7.84
pierderi termice reseaua de transport	ΔW_T ret transp	614.801	2.69
pierderi electrice in infasurari Cu	ΔW_{inf}	13.82	0.06
pierderi electrice in Fe	ΔW_{Fe}	18.28	0.08
pierderi mecanice in motoare PC	ΔW_{mec} mot	22.00	0.10
pierderi in transformatoare si RED	$\Delta W_{trafo+RED}$	60.0277	0.26
Energia utila transmite procesului tehnologic	WU	13401.3	58.61

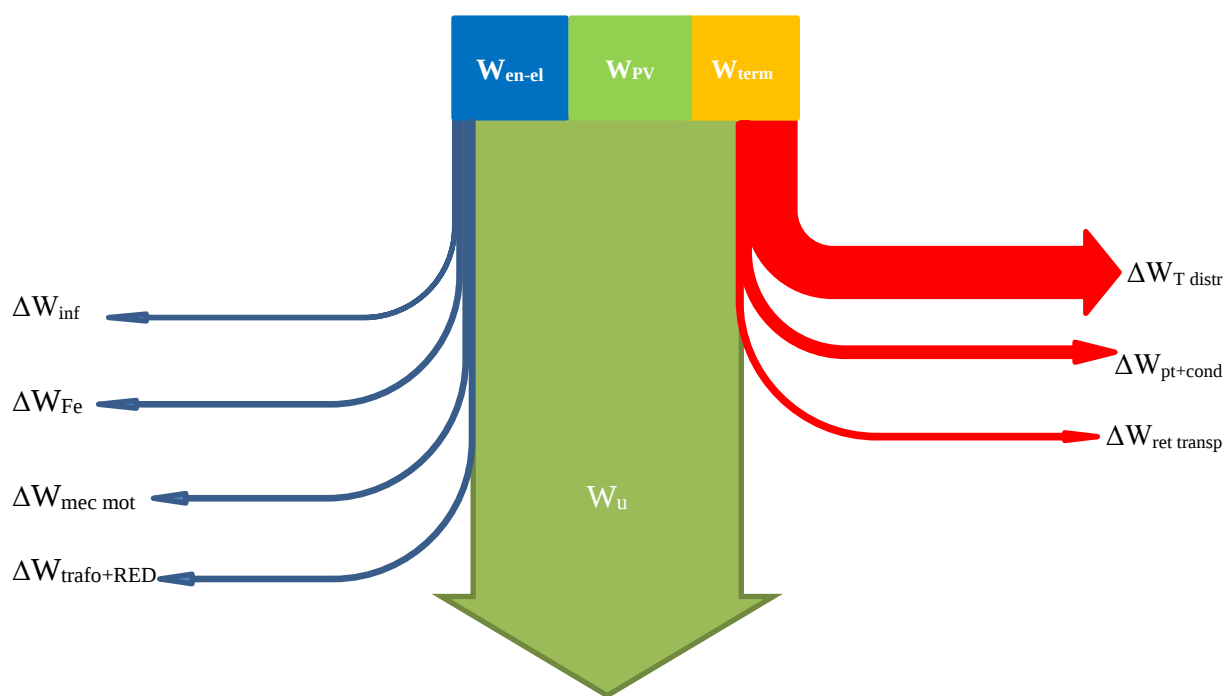


Fig. 4.1 – Diagrama Sankey a BEE real UOR

4.7. Evaluarea indicatorilor de eficienta

4.7.1. Indicatorii de eficiență energetică care se pretează a fi calculați sunt:

- Consum de energie electrica pentru un kilogram materie prima injectata [1÷5, 7]:

$$C_{CPT/st} = \sum W_{CPT} / \sum N_s [(kWh)/(stud)] - \quad (4.1)$$

Media acestui indicator pentru anii 2011-2019 este $C_{CPT/st} = 2.6839 \text{ kWh/st}$ pentru energie electrica, iar fluctuația anuala a acestor indicatori este prezentata in fig. 4.3.

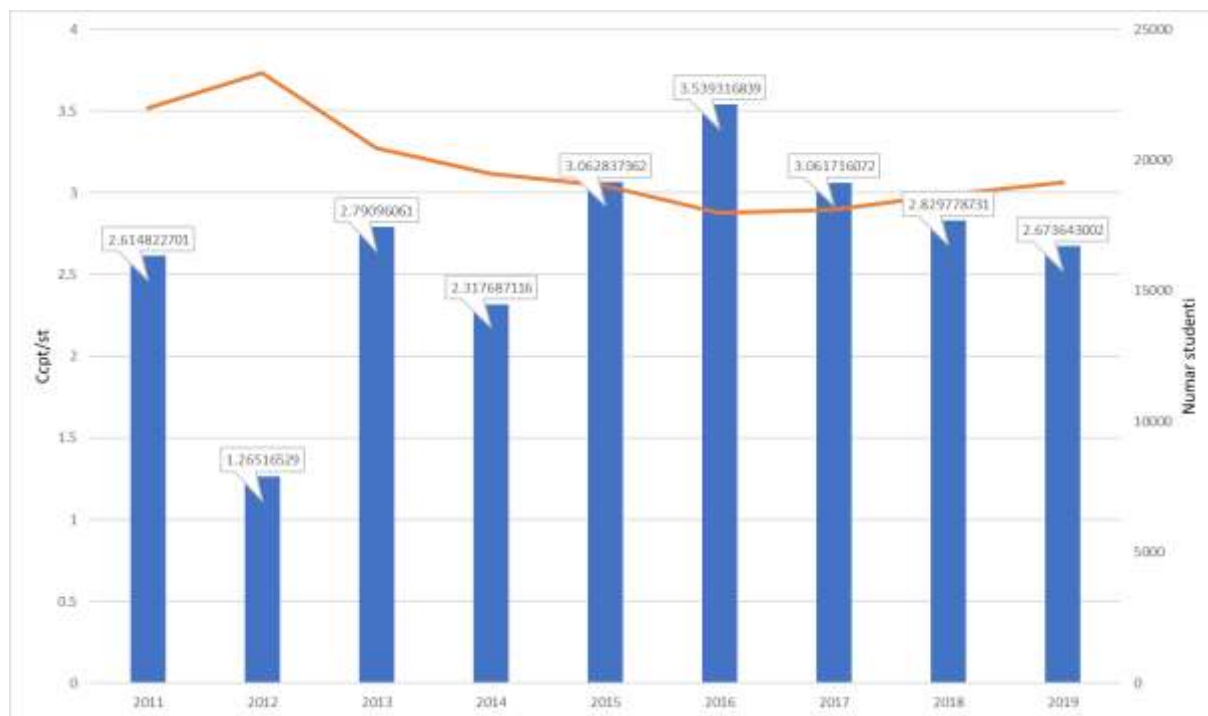


Fig. 4.1. – Evoluția $C_{CPT/st}$ pe parcursul a 9 ani

4.7.2. Impactul asupra mediului este evaluat prin determinarea cantității de poluant evacuată în atmosferă [1÷5, 7, 8, 12]:

$$E = B \cdot Q_i \cdot \varepsilon \quad [\text{kg}] \quad (4.3)$$

B – cantitatea de combustibil consumată în perioada de analiză (o ora) [kg];

Q_i – puterea calorifică interioară a combustibilului [kJ/kg];

ε – factor de emisie.

Vom evalua impactul asupra mediului admitând ca energia consumată în conturul analizat este produsă pe CF emisiilor declarate în factura de energie electrică:

- Cu referire la energia produsă:

$$B_p = \frac{W_p}{Q_i} \quad (4.4)$$

- Cu referire la pierderile de energie:

$$B_p = \frac{\Delta W_p}{Q_i} \quad (4.5)$$

Aplicând modelul de calcul indicat în “Ghidul de elaborare și analiză a bilanțurilor energetice” se obțin expresiile (4.6) și cantitățile din tabelul 4.3. pentru poluanții SO_2 , NO_x și CO_2 :

$$\begin{aligned} E_{\text{SO}_2} &= 18,4 \cdot 10^{-3} \cdot B \\ E_{\text{NO}_x} &= 0,34 \cdot 10^{-3} \cdot B \\ E_{\text{CO}_2} &= 224,3 \cdot 10^{-3} \cdot B \end{aligned} \quad (4.6)$$

Tabelul 4.2. – Cantitățile estimate de poluanți la producerea EE (absorbita și pierderi) și consumul de energie din gaz metan(12 luni) - 2024:

Substanța poluantă[kg]	Energia intrată în conturul analizat
SO_2	92.12
NO_x	1.7022
CO_2	1058.15

V. Concluzii BE Optimizat

5.1. Concluzii BEC

5.1.1. Structură energetică

Universitatea din Oradea utilizează o gamă diversificată de surse energetice:

- energie geotermală ($\approx 77\%$ din aportul termic total),
- energie electrică din rețea și PV ($\approx 8,43\% + 1,03\%$ (PV) din totalul energetic),
- energie termică din sistemul centralizat urban și gaze naturale, în proporții reduse.

Această structură indică o orientare strategică spre independență energetică și sustenabilitate, având la bază resurse regenerabile locale.

5.1.2. Performanța sistemelor fotovoltaice

Deși sistemele fotovoltaice instalate însumează o capacitate considerabilă (≈ 427 kWp DC), doar jumătate dintre acestea au performanțe corespunzătoare (ex: Biblioteca, Corp T), în timp ce altele au randamente mult sub potențial (ex: Corp V2, nefuncțională V3). Cauzele majore identificate:

- configurări eronate ale echipamentelor (ex. invertore neoptimizate sau setate pe autoconsum),
- lipsa mentenanței (ex. murdărie, praf).

În contextul analizei sistemelor fotovoltaice din cadrul Universității din Oradea, se constată un potențial semnificativ de creștere a producției de energie și implicit a beneficiilor economice, prin implementarea a două măsuri-cheie:

- Configurarea invertorului pentru injectarea excesului în rețea (on-grid);
- Curățarea și întreținerea regulată a suprafeței panourilor fotovoltaice.

Situația actuală și scenariul îmbunătățit

- Generare actuală (2024): 234,94 MWh/an
- Generare estimată după optimizare: 449,22 MWh/an
- Diferență / energie suplimentară valorificată: 214,29 MWh/an

Această creștere se bazează pe performanța reală a sistemelor PV actuale, comparativ cu potențialul tehnic estimat conform PVGIS și curbei de performanță a echipamentelor specificate în proiectele tehnice ale CEF.

5.1.3. Pierderi în rețelele de distribuție termică

S-au constatat pierderi termice totale de peste 42% din energia termică intrată, distribuite astfel:

- 30,36% în rețelele de distribuție (RD),
- 7,84% în punctele termice și conductele de legătură (PT),
- 2,69% pierderi termice în rețeaua de transport.

Acest lucru indică o eficiență termică scăzută a infrastructurii existente, necesitând intervenții de reabilitare și modernizare (izolații, conducte, automatizări).

5.1.4. Sistemul de iluminat

Cu un consum de aproape 827.000 kWh/an, sistemul de iluminat combină corpuri vechi (incandescente, halogenuri, fluorescente) cu sisteme moderne LED. Deși în unele clădiri s-au

-

făcut modernizări, există un grad mare de ineficiență în corpurile neoptimizate și în echipamentele auxiliare (balasturi, drive-uri), responsabile de $\approx 10\%$ pierderi.

Posibilitatea optimizării sistemului de iluminat interior al Universității din Oradea, a dus la o analiză detaliată care evidențiază potențialul real de economisire energetică și financiară, pe baza înlocuirii corpurilor vechi de iluminat (incandescente, fluorescente, halogen) cu echipamente LED performante.

Descriere tehnică a sistemului și optimizării

5.1.4.1. Situația inițială

Putere instalată totală (P_i): 321,89 kW

Sistemul include corpuri de tip:

- becuri incandescente de 60–400 W,
- lămpi fluorescente de 18 W și 36 W cu balast magnetic/electronic,
- halogen de 100 W.

Un total de peste 9.000 de corpuri de iluminat, dintre care o proporție semnificativă folosesc tehnologii vechi, cu eficiență scăzută și costuri ridicate de exploatare.

5.1.4.2. Soluția optimizată

Înlocuire completă cu:

- becuri LED E27 între 8 și 50 W,
- tuburi LED T8 de 60 cm și 120 cm,
- LED-uri cu drive-uri integrate și eficiență superioară.

Puterea instalată după optimizare: 151,21 kW

Reducere de putere instalată: 170,67 kW ($\approx 53\%$)

5.1.5. Pierderi în rețelele electrice

În rețeaua electrică internă (REDp) și în transformatorul geotermal, pierderile de energie sunt de aproximativ 3,11%, ceea ce este specific unei rețele interne desfasurate între mai multe clădiri cu tronsoane de alimentare de peste 200 m. Acest rezultat este pozitiv, dar trebuie îmbunătățit prin redistribuirea punctelor de alimentare așa încât să se obțină o pierdere mai mică și o siguranță în exploatare.

În cadrul măsurilor propuse pentru creșterea eficienței energetice la Universitatea din Oradea, se implementează o optimizare a Rețelei Electrice de Distribuție (REDp) și a postului de transformare Geotermal (PT) prin reorganizarea conexiunilor între clădiri și trasarea de noi conducte electrice îngropate.

Descriere tehnică a intervenției

Măsura constă în modificarea traseelor de alimentare electrică, cu reconfigurarea punctelor din care se face alimentarea în campus.

Noile conexiuni vor fi realizate cu conductoare îngropate, asigurând un traseu optim și fiabil între clădiri.

S-a utilizat un cost estimativ de 160 RON/ml pentru conductor, incluzând materiale, săpături, montaj și tablourile aferente.

Indicator	Valoare
Energie salvată anual	19,273 MWh
Valoare unitară energie (RON/MWh)	841,14 RON
Economie anuală estimată	16.211 RON
Economie în euro (estimativ)	3.242 EUR

-

Pe lângă reducerea directă a pierderilor în conductoarele de distribuție și transformatoare, această optimizare aduce și alte beneficii importante:

- Creșterea siguranței alimentării: prin scurtarea traseelor, redundanță și posibilitate de realimentare în caz de avarie.
- Reducerea tensiunii pierdute: în special pentru sarcinile mai îndepărtate față de sursa de joasă tensiune.
- Fiabilitate mai mare în exploatare: conductoarele noi vor înlocui cabluri vechi, degradate sau cu secțiuni insuficiente.
- Pregătirea pentru integrarea de surse locale de energie (PV, stocare): prin optimizarea conturului electric de joasă și medie tensiune.

5.1.6. Pompele de căldură

Analiza consumurilor pe pompele de căldură arată: valori rezonabile de putere activă absorbită (ex: 223,75 kW pe 5 pompe Termocool de 60 kW), lipsa fișelor tehnice a impus o estimare a pierderilor pe baza măsurătorilor reale și a comparațiilor cu modele similare, potențial ridicat de utilizare a datelor măsurate pentru predicție și optimizare.

Aceste echipamente nu sunt acționate în prezent prin convertizoare de frecvență, ci doar prin sisteme de tip soft start.

Soft start-ul asigură o pornire lentă a motoarelor pentru a reduce șocurile mecanice și vârfurile de curent la conectare, dar nu oferă control dinamic asupra turației, ceea ce limitează capacitatea sistemului de a se adapta la variațiile reale de sarcină termică.

Potențial de optimizare prin convertizoare de frecvență

Pe baza analizei tehnico-economice incluse în audit (extras din tabelul prezentat), rezultă următoarele:

- Consum total anual analizat pentru echipamentele fără VFD: 738.379,35 kWh/an
- Economia estimată de energie în cazul utilizării convertizoarelor de frecvență (VFD): 36.918,97 kWh/an, reprezentând în medie 5% din consum
- Cost investiție totală în convertizoare: 275.787,50 RON
- Cost mediu per convertizor: între 23.875 și 28.262,50 RON, în funcție de aplicație

Justificare tehnică

Implementarea de convertizoare de frecvență în locul soft start-urilor ar aduce următoarele avantaje:

- reglarea fină a turației motoarelor în funcție de temperatura interioară și debitul agentului termic,
- reducerea semnificativă a consumului electric în regimuri parțiale (care sunt predominante în sezonul de tranziție),
- prelungirea duratei de viață a motoarelor și compresoarelor prin control optimizat,
- scăderea costurilor de operare și a solicitărilor din rețeaua electrică.

5.1.7. Monitorizarea consumurilor

În lipsa unor contoare active pe toate subcomponentele (ex: lipsa contoarelor de agent termic pe unele conducte), anumite pierderi și dezechilibre nu pot fi cuantificate direct, ci doar estimate. Acest aspect limitează capacitatea de intervenție precisă și imediată.

Auditul energetic realizat reflectă o infrastructură energetică complexă, cu investiții semnificative în surse regenerabile, dar și cu deficiențe structurale și de mentenanță în rețelele de distribuție, sistemele de iluminat și de monitorizare. Pe termen scurt, se impun:

- optimizarea sistemelor existente (PV, pompe de căldură, iluminat),
- reabilitarea rețelelor de distribuție termică,
- implementarea unui sistem integrat de monitorizare și control energetic (EMS), pentru a susține dezvoltarea sustenabilă a campusului universitar.

Măsurile organizatorice de creștere a activității managerilor energetici:

Până la implementarea completă a sistemului de monitorizare energetică, se recomandă intensificarea activității managerilor energetici prin aplicarea unor măsuri organizatorice orientate spre:

- colectarea sistematică a mărimilor de consum pe subcontururi relevante (secții, clădiri, utilaje mari consumatoare);
- analiza periodică a datelor pentru identificarea deviațiilor sau a consumurilor anormale;
- identificarea și promovarea oportunităților de reducere a consumurilor energetice prin soluții tehnice și operaționale, cu accent pe eficiența energetică locală;
- realizarea unor rapoarte interne lunare de tip “observații și propuneri” pentru îmbunătățirea continuă a managementului energetic.

Sarcini operaționale pentru managerii energetici

1. *Monitorizarea sistematică a consumurilor pe subcontururi*

- Realizarea de fișe lunare de consum pentru fiecare clădire, secție sau punct termic/ electric relevant.
- Împărțirea consumului în categorii: iluminat, HVAC, echipamente IT, laboratoare, alimentare tehnologică.
- Identificarea echipamentelor mari consumatoare și urmărirea evoluției consumului lor în timp.

2. *Audit intern preliminar (cu instrumentele disponibile similar audit intern ISO 50001)*

- Verificarea lunară a valorilor din contoarele existente (chiar și fără sistem de monitorizare centralizată).
- Raportarea eventualelor deviații semnificative față de consumul istoric sau de la echipamente similare.

3. *Documentarea oportunităților de eficiență energetică*

- Propuneri de optimizare locală: reglaje ale echipamentelor, înlocuiri cu variante mai eficiente, programări optime de funcționare.

- Identificarea zonelor cu potențial de recuperare de energie sau de trecere la LED, VFD, control automat.

4. Pregătirea pentru viitorul sistem de monitorizare

- Centralizarea locațiilor unde se pot monta analizoare de rețea sau contoare de energie termică și apă.
- Asigurarea unei hărți actualizate a tablourilor de distribuție și a punctelor de măsurare potențiale.

5. Rapoarte lunare de tip „Observații și propuneri”

- Fiecare manager va redacta un scurt raport cuprinzând:
 - consumurile înregistrate;
 - posibile explicații pentru deviații;
 - propuneri de măsuri tehnice sau organizatorice;
 - incidente sau disfuncționalități constatate.

6. Supravegherea măsurilor deja implementate

- Verificarea regulată a performanței instalațiilor optimizate deja (ex: panouri PV, LED-uri, pompe de căldură).
- Estimarea periodică a economiilor de energie realizate prin aceste măsuri.

7. Colaborare interdepartamentală

- Participarea la întâlniri lunare cu responsabili tehnici și de întreținere pentru schimb de informații.
- Transmiterea de date utile către conducerea universității și echipa de audit extern.

5.1.7.1. Sistem integrat de monitorizare energetică și de utilități în campus

Una dintre principalele curențe identificate în analiza sistemelor energetice ale Universității din Oradea este lipsa unui sistem unitar de monitorizare și control a consumurilor de energie electrică, energie termică și apă potabilă. În prezent, datele de consum sunt fragmentate, iar în multe clădiri lipsesc complet echipamentele de măsură, ceea ce limitează capacitatea de analiză, diagnoză și intervenție.

Pentru îmbunătățirea eficienței energetice, creșterea transparenței și optimizarea costurilor de operare, se propune implementarea unui sistem de monitorizare avansată pe trei componente:

- Energie electrica,

-

- Energie termica
- Apă.

5.1.7.2. Monitorizarea energiei electrice

Soluție tehnică:

Implementarea unor analizoare de rețea trifazate inteligente, contor-analizor, la fiecare tablou principal de distribuție electrică.

Aceste echipamente vor putea măsura:

- consumuri active și reactive,
- tensiuni, curenți, dezechilibre de fază,
- distorsiuni armonice și calitatea energiei.

Sistemul va fi integrat într-un portal local sau cloud pentru vizualizare în timp real (prin Modbus TCP/IP sau RS485).

Beneficii:

- Vizibilitate completă asupra consumului pe clădire/zona funcțională;
- Posibilitatea de intervenție rapidă în caz de supraconsum sau avarie;
- Bază de date istorică pentru audituri și raportări.

La ora actuală, în cadrul campusului, consumul de energie electrică este urmărit doar prin contoarele generale de furnizor, fără posibilitatea de vizualizare segmentată, în timp real, a consumului pe clădiri, zone sau funcționalități. Acest lucru face imposibilă identificarea:

- consumurilor anormale,
- pierderilor ascunse,
- vârfurilor de sarcină și dezechilibrelor între faze,
- sau corelarea consumului cu activitatea reală în clădiri (orar, temperatură, sezonabilitate).

Prin instalarea a 20 de analizoare de rețea contor-analizor la punctele principale de distribuție electrică, va fi posibilă monitorizarea instantanee și continuă a parametrilor energetici relevanți (tensiuni, curenți, puteri active/reactive, THD, $\cos \varphi$, etc.), dar și integrarea acestora într-un sistem de analiză avansată.

Dispozitivele contor-analizor propuse sunt dotate cu:

- ieșiri de alarmă configurabile, pentru informarea managerilor energetici,

-

- interfață Modbus TCP/IP pentru integrare în platforme BMS/EMS,
- capacitate de monitorizare simultană a mai multor circuite (Multi Branch),
- logare și export automatizat de date.

Justificare energetică și economică

Energie estimată a fi economisită prin detecție și optimizare a comportamentului de consum:

19.283,9 kWh/an, echivalentul a 1% din consumul anual total.

Valoare economică anuală a economiei: 16.220 RON

Cost total al investiției în echipamente și implementare: 200.000 RON

Perioada simplă de amortizare estimată: 12,33 ani

Deși perioada de amortizare este una extinsă, investiția se justifică strategic prin:

- creșterea controlului operațional asupra sistemului electric;
- posibilitatea de alertare în timp real și prevenirea avariilor;
- analiză detaliată pe clădiri/zone pentru fundamentarea altor măsuri de eficientizare energetică;
- creșterea calității datelor energetice necesare pentru raportări (de ex. conform HG 121/2014 privind eficiența energetică, OUG 130/2022, etc.).

Implementarea acestei măsuri reprezintă o etapă esențială pentru profesionalizarea managementului energetic în campus. Monitorizarea avansată cu echipamente contor analizor nu doar că va genera economii directe, dar va servi drept bază tehnică solidă pentru măsuri viitoare de reducere a consumurilor și integrare de noi surse de energie (PV, stocare, etc.).

5.1.7.3. Monitorizarea energiei termice

Soluție tehnică:

Instalarea de contoare de energie termică conforme MID, cu:

senzori de debit (ultrasunete, electromagnetic sau invaziv),

trascriptoare de temperatură tur-retur (PT1000),

unitate de calcul cu interfață MODBUS RTU sau TCP/IP, pentru integrare în sistemul de monitorizare energetică existent sau viitor EMS (Energy Management System).

Montajul se va face pe ieșirea fiecărui circuit termic principal al clădirilor cu consum semnificativ (cladiri, cămine, bibliotecă etc).

Clădiri prioritare: 30 unități

-

În lipsa unei monitorizări termice adecvate, Universitatea din Oradea nu poate urmări în timp real consumurile de energie termică la nivel de clădire, ceea ce limitează capacitatea de intervenție și de optimizare a regimurilor de funcționare ale instalațiilor de încălzire.

Pentru corectarea acestei deficiențe, se propune instalarea a 30 de contoare de energie termică, fiecare dotat cu modul de comunicație MODBUS RTU sau TCP/IP, montate în principalele puncte de consum termic ale clădirilor relevante din campus.

Estimare de eficiență energetică

Pe baza experienței în proiecte similare și a literaturii tehnice, contorizarea corectă și în timp real a energiei termice conduce la:

- identificarea pierderilor ascunse (ex. consumuri permanente în afara orarului),
- corectarea reglajelor automate/termostate,
- responsabilizarea utilizatorilor finali.

Prin urmare, se consideră o reducere de consum de 2% din energia termică totală anuală distribuită.

Indicator	Valoare estimată
Energie economisită	403.682 MWh/an
Valoare energie salvată	33.991 RON/an
Valoare în euro	≈ 6.798 EUR
Cost total investiție	330.000 RON (30 × 11.000 RON)
Perioadă simplă de amortizare	≈ 9,71 ani

Deși perioada de amortizare simplă este de aproape 10 ani, această investiție este strategic justificată pentru:

- controlul distribuției de energie termică la nivel de clădire,
- reducerea pierderilor și a consumului rezidual,
- fundamentarea echitabilă a repartizării costurilor,
- integrarea într-un sistem modern de gestionare energetică (EMS).

Implementarea contoarelor termice moderne cu interfață de comunicație va transforma infrastructura de încălzire într-un sistem inteligent, gestionabil și adaptabil, susținând pe termen lung obiectivele de sustenabilitate ale universității.

5.1.7.4. Monitorizarea consumului de apă

Măsură propusă: Contorizarea consumului de apă cu sisteme digitale de comunicare

La nivelul Universității din Oradea, lipsa contorizării precise și în timp real a consumului de apă în fiecare clădire generează dificultăți în:

- depistarea pierderilor (scurgeri, consumuri anormale),
- distribuirea corectă a costurilor,
- optimizarea consumului raportat la gradul de utilizare al spațiilor.

Se propune instalarea a 30 de contoare volumetrice digitale, fiecare cu modul de comunicare integrat, pentru transmiterea datelor către un sistem central de monitorizare.

Soluție tehnică

Fiecare contor de apă va fi:

- de tip volumetric (cu piston sau ultrasonic), potrivit pentru apă rece,
- echipat cu modul de comunicare: LoRa, M-Bus sau Modbus RTU/TCP/IP, în funcție de infrastructura existentă,
- certificat MID pentru măsurători legale,
- integrabil într-un sistem de tip SCADA/EMS sau aplicație web locală.

Estimare de eficiență energetică și economică

Pe baza experienței din alte unități de învățământ și administrative, se estimează o reducere de consum de apă de 2–3% prin:

- identificarea pierderilor și a robinetelor defecte,
- controlul automat al consumurilor în perioadele fără activitate (noapte, weekend, vacanțe),
- detectarea supraconsumurilor din greșeli operaționale sau comportament necorespunzător.

	Parametru	Valoare estimată
Scenariu de eficiență	Reducere consum estimată	2% din consum total
	Volum salvat anual	9.786,67 m ³ /an
	Preț apă potabilă + canalizare	4.35 RON/m ³
Beneficii economice	Economie anuală	42.572,17 RON
	Echivalent în EURO	≈ 8.514 EUR
Investiție propusă	Număr contoare	30 bucăți

-

	Cost unitar contor (cu MODBUS RTU sau TCP/IP)	2.400 RON/buc
	Cost total echipamente	72.000 RON
Rentabilitate	Perioadă simplă de amortizare	1,69 ani

Sintetizând efectul măsurilor propuse asupra pierderilor de putere se poate întocmi tabelul și diagrama bilanțului optim. Pentru sarcina medie anuală acestea sunt redată în tabelele 5.1 și respectiv fig 5.3.

Tabelul 5.1-Elementele sintetice pentru BEC optim pe întreg conturul energetic UOR

Mărimea caracteristica		[MWh/an]	[%]
Energia totala intrata	W _{tot}	22043.19	100.00
Energia intrata electric	W _{en-el}	1297.29	5.89
Energia intrata electric CEF - PV	W _{en-el-PV}	449.22	2.04
Energia intrata geotermal	W _{term GEOTR}	17078.28	77.48
Energia intrata termoficare	W _{term TO}	2702.15	12.26
Energia intrata gaz metan	W _{term CH4}	516.25	2.34
Energia termica intrata totala	W _{term}	20296.68	92.08
pierderi termice in reseaua distributie	ΔW_T distr	6691.75	30.36
pierderi termice puncte termice si conducte	ΔW_T pt+conducte	1728.32	7.84
pierderi termice reseaua de transport	ΔW_T ret transp	592.74	2.69
pierderi electrice in infasurari Cu	ΔW_{inf}	13.32	0.06
pierderi electrice in Fe	ΔW_{Fe}	17.62	0.08
pierderi mecanice in motoare PC	ΔW_{mec} mot	21.21	0.10
pierderi in transformatoare si RED	$\Delta W_{trafo+RED}$	57.87	0.26
Energia utila transmite procesului tehnologic	W _U	12920.36	58.61

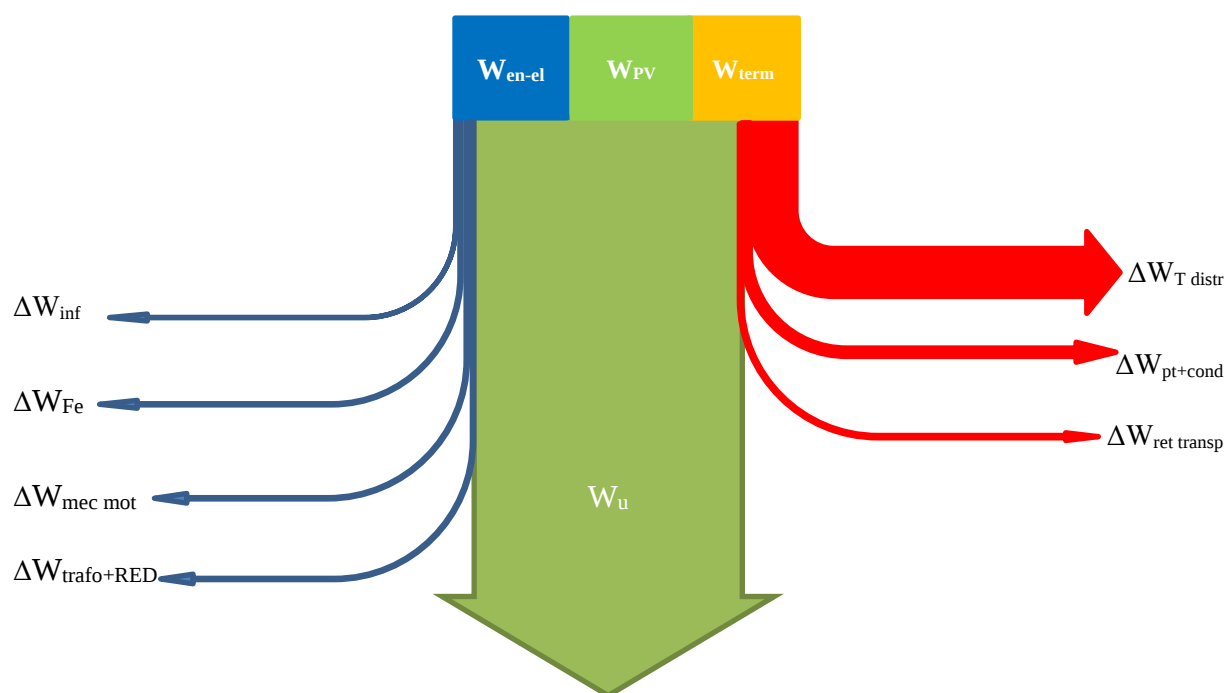


Fig. 4.1 – Diagrama Sankey a BEC OPTIM UOR

5.2. Măsuri de îmbunătățire a eficienței energetice

Prin prisma constatărilor redate mai sus, se pot formula următoarele măsuri de îmbunătățire a eficienței (energetice și economice) a UOR :

- 1 Optimizarea CEF**
- 2 Iluminat LED**
- 3 Optimizare REDp**
- 4 Acționarea PC prin convertizoare de frecvență**
- 5 Monitorizare centralizată energie electrică**
- 6 Monitorizare centralizată energie termică**
- 7 Monitorizare centralizată consum apă**

5.3. Plan de masuri întocmit pe baza concluziilor BEC [1, 24]

Nr. crt .	Denumirea măsurii	Economii estimate		Costuri de investiție *	Durata de recuperare	Reduceri emisii CO ₂
		t.e.p. / an]	[Euro / an]**	[Euro]	[ani]	[tone]
1	Optimizarea CEF	18.43	36212.53	37642.14	1.04	48.06
2	Iluminat LED	29.35	57684.32	32306.53	0.56	76.56
3	Optimizare REDp	1.66	3256.99	37642.14	11.56	4.32
4	Acționarea PC prin convertizoare de frecvență	3.17	6238.98	55407.94	8.88	8.28
5	Monitorizare centralizată energie electrică	1.66	3258.82	40181.62	12.33	4.33
6	Monitorizare centralizată energie termică	34.71	6829.09	66299.67	9.71	90.55
7	Monitorizare centralizată consum apă	0.10	8553.09	14465.38	1.69	0.27

*Costurile de investiții reprezintă soluția tehnică (EXW - Franco uzina) aleasă fără a include servicii conexe de transport, punere în funcțiune, realizare de construcții speciale, proiectare, etc și nu conțin TVA. Aceste costuri sunt estimate pe baza ofertelor mai multor furnizori (disponibile pe site-uri web ale furnizorilor).

** Calculul economiilor estimate s-a realizat utilizând valoarea estimată de furnizor la 841 RON/MWh, iar conversia RON/EURO s-a realizat la cursul 1 EURO=4.9774 RON (inforeuro din 11 aprilie 2025)

BIBLIOGRAFIE

1. ***“Ghid de elaborare a auditurilor energetice” ,aprobat prin Decizia ANRE 2123/2014
2. Carabogdan Gh. s.a., *Bilanțuri energetice. Probleme și aplicații pentru ingineri*. Editura Tehnică București, 1986
3. Berinde T. și Berinde M, *Bilanțuri energetice în procese industriale*. Editura Tehnică București, 1985.
4. Carabulea A., Carabogdan I. Gh, *Modele de bilanțuri energetice reali și optime*. Editura Academiei R.S.R., București, 1982.
5. ***PE 902/1986 (reeditare), *Normativ privind întocmirea și analiza bilanțurilor energetice*, ICEMENERG, 1995.
6. *** Regulament de ordine interioara **UNIVERSITATEA DIN ORADEA**
7. Felea I., *Bilanțuri electroenergetice*. Note de curs, Editura Universității Oradea, Facultatea de Energetică, 2007
8. Carine Sebi and Bruno Lapillonne – Overall trends in energy efficiency in the EU, February 2017, www.odyssee-mure.eu
9. *** Variable-frequency drive : https://en.wikipedia.org/wiki/Variable-frequency_drive (consultat 2 iulie 2021)
10. *** variable frequency drive (VFD) control a permanent magnet asynchronous motor (PMSM) <https://www.schneider-electric.com/en/faqs/FA282553/> (consultat 5 mai 2021)
11. Mauka N. Christine „DESIGN OF INVERTER DRIVE FOR ASYNCHRONOUS MOTORS” Nairobi 2009
12. Werner Leonhard, „Variable Frequency Asynchronous Motor Drives” Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1996
13. Nyachulue Njita, „3-Phase PM Asynchronous Motor - High Speed with Low Torque” Helsinki 2015
14. *** Energy Saving Tips: <https://www.so.energy/tips/> (consultat 3 octombrie 2021)
15. *** Energy Monitor Explained: <https://www.uswitch.com/energy-saving/guides/energy-monitors/> (consultat 3 octombrie 2021)
16. *** Benefits of Building management Systems: <https://www.buildingsiot.com/blog/6-benefits-of-building-management-systems-automation-youre-overlooking-bd> (consultat 3 octombrie 2021)
17. *** Regulamentul EU nr 601/2012 Privind monitorizarea și raportarea emisiilor de gaze cu efect de sera în conformitate cu Directiva 2003/87/CE (Anexa VI)
18. *** Tratatul de fondare a UE, Secțiunea II articolul 107
19. *** Orientari tehnice privind aplicarea principiului de „a nu prejudicia în mod semnificativ” în temeiul Regulamentului privind Mecanismul de redresare și reziliența (2021/C 58/01)
20. *** Clarificări privind implemmentare măsurii I5-C6-PNRR nr 50297/CPH/18.07.2022
21. *** Ghid specific PNRR C6 I5
22. Berend Denkena et al, *Energy efficient machine tools*, CIRP Annals Volume 69, Issue 2, 2020, Pages 646-667, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.05.008>
23. ** *Apply energy efficiency concepts to electric motors*, 2020, IEC Guide 118, Consultat în 15 sept 2022 la link: <https://www.iec.ch/blog/apply-energy-efficiency-concepts-electric-motors>
24. *Sustainability with SINUMERIK*, SIEMENS CNC4 Y - Energy Efficiency on Machines, Consultat în 15 sept 2022 la link: <https://new.siemens.com/global/en/markets/machinebuilding/machine-tools/cnc4you/basics-articles/energy-efficiency.html>
25. Jürgen Lenz et al, *Energy Efficiency in Machine Tool Operation by Online Energy Monitoring Capturing and Analysis*, March 2017Procedia CIRP 61:365-369, <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.202>

-

26. ***EU reglementation, *Electric motors and variable speed drives*, Consultat online in 15 septembrie 2022 la link: https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/energy-efficient-products/electric-motors_en
27. Goman, V.; Oshurbekov, S.; Kazakbaev, V.; Prakht, V.; Dmitrievskii, V. *Energy Efficiency Analysis of Fixed-Speed Pump Drives with Various Types of Motors*. Appl. Sci. 2019, 9, 5295. <https://doi.org/10.3390/app9245295>

Anexa 1 – Copie autorizație auditor energetic

ROMÂNIA MINISTERUL ENERGIEI AUTORIZAȚIE AUDITOR ENERGETIC Nr. 0038 din 30.05.2023 În baza Legii 121/2014 privind eficiența energetică, cu modificările și completările ulterioare, se acordă autorizația persoanei juridice S.C. STATPROG ENERGIE S.R.L., având sediul în localitatea Oradea, județul Bihor, strada Sovata, nr. 32, bloc C16, ap. 46, Cod Unic de înregistrare RO43857887. AUDITOR ENERGETIC AUTORIZAT CLASA II COMPLEX Autorizația de auditor energetic este valabilă numai pentru tipul și clasa de audit energetic menționat mai sus, servind pentru dovedirea competenței tehnice de specialitate a persoanei juridice titulare, în vederea elaborării de audieri energetice pe bază contractuală. Autorizația de auditor energetic este valabilă 3 ani de la data emiterii. Prelungirea valabilității autorizației de auditor energetic se face la cererea persoanei juridice titulare, cu respectarea prevederilor legislației aplicabile. Autorizația de auditor energetic este netransmisibilă.  Secretar de Stat Pavel-Casian Nițulescu Centrul de Pregătire pentru Personalul din Industrie,  Director General Lehel Oltea Direcția Eficiență Energetică,  Director Cristian Ilin	ROMÂNIA MINISTERUL ENERGIEI AUTORIZAȚIE AUDITOR ENERGETIC Nr. 0038 din 30.05.2023 În baza Legii 121/2014 privind eficiența energetică, cu modificările și completările ulterioare, se acordă autorizația persoanei juridice S.C. STATPROG ENERGIE S.R.L., având sediul în localitatea Oradea, județul Bihor, strada Sovata, nr. 32, bloc C16, ap. 46, Cod Unic de înregistrare RO43857887. AUDITOR ENERGETIC AUTORIZAT CLASA II COMPLEX Autorizația de auditor energetic este valabilă numai pentru tipul și clasa de audit energetic menționat mai sus, servind pentru dovedirea competenței tehnice de specialitate a persoanei juridice titulare, în vederea elaborării de audieri energetice pe bază contractuală. Autorizația de auditor energetic este valabilă 3 ani de la data emiterii. Prelungirea valabilității autorizației de auditor energetic se face la cererea persoanei juridice titulare, cu respectarea prevederilor legislației aplicabile. Autorizația de auditor energetic este netransmisibilă.  Secretar de Stat Pavel-Casian Nițulescu Centrul de Pregătire pentru Personalul din Industrie,  Director General Lehel Oltea Direcția Eficiență Energetică,  Director Cristian Ilin
---	---