



**ROMÂNIA
JUDEȚUL VRANCEA
MUNICIPIUL FOCȘANI
CONSILIUL LOCAL**



HOTĂRÂRE

Privind aprobarea bilanțului termoeenergetic precum și a pierderilor tehnologice pentru anul 2025, utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice aferente Sistemului de alimentare centralizată cu energie termică a Municipiului Focșani

Consiliul Local al Municipiului Focșani, județul Vrancea, întrunit în ședință ordinară; Analizând proiectul de hotărâre inițiat de Primarul Municipiului Focșani, prin care se propune aprobarea bilanțului termoeenergetic precum și a pierderilor tehnologice pentru anul 2025, utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice aferente Sistemului de alimentare centralizată cu energie termică a Municipiului Focșani, Referatul de necesitate al proiectului înregistrat la nr. 42782/ 29.04.2026, Referatul de aprobare al proiectului de hotărâre înregistrat la nr. 42786/29.04.2026, Raportul întocmit de Direcția juridică și de administrație publică, compartiment guvernanta corporativă, monitorizarea serviciilor comunitare de utilități publice înregistrat la nr. 42831/ 29.04.2026;

- văzând avizul favorabil al Comisiei de buget și administrație publică;
- având în vedere adresa nr. 2629/29.04.2026 a Societății ENTEL S.A. Focșani, înregistrată la Primăria Municipiului Focșani nr. 42618/29.04.2026;
- văzând Avizul ANRE nr. 19/21.04.2026 pentru documentația privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmită de ENTEL S.A. Focșani pe baza bilanțului termoeenergetic în SACET Focșani pe anul 2025;
- văzând Documentația privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice aferente Sistemului de alimentare centralizată cu energie termică a Municipiului Focșani, înregistrată la ENTEL S.A. la nr. 1707/19.04.2026;
- văzând Bilanțul termoeenergetic pentru sistemul de alimentare centralizată cu energie termică din Municipiul Focșani;
- ținând cont de prevederile Legii nr. 325/2006 a serviciului public de alimentare cu energie termică, republicată, cu modificările și completările ulterioare;
- luând în considerare prevederile Ordinului nr. 113/ 2022 pentru aprobarea Procedurii de avizare a documentației privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmită pe baza bilanțului energetic în sistemele de alimentare centralizată cu energie termică;
- în baza art. 129, alin. (1), alin. (2) lit. d), alin. (7) lit. n), art. 139 alin. (1) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2019 privind Codul administrativ, cu modificările și completările ulterioare;

HOTĂRĂȘTE:

Art.1. Aprobarea Bilanțului termoeenergetic pentru Sistemul de alimentare centralizată cu energie termică a Municipiului Focșani, pentru anul 2025, conform anexei 1 la prezenta hotărâre.

Art.2. Aprobarea pentru anul 2025 a pierderilor tehnologice rezultate din Documentația privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice aferente Sistemului de alimentare centralizată cu energie termică a Municipiului Focșani, conform anexei 2 la prezenta hotărâre.

Art. 3. Prezenta hotărâre va fi comunicată de către Serviciul juridic și administrație publică locală, compartimentelor, birourilor, serviciilor, Societății ENTEL S.A. și Primarului Municipiului Focșani, care va asigura executarea acesteia prin Direcția economică, Direcția juridică și de administrație publică, compartiment guvernanta corporativă, monitorizarea serviciilor comunitare de utilități publice,

**PREȘEDINTE DE ȘEDINȚĂ,
Victor Dumitru**

**CONTRASEMNEAZĂ,
SECRETAR GENERAL AL MUNICIPIULUI,
FOCȘANI
Marta- Carmen GHIUȚĂ**



ROMÂNIA
JUDEȚUL VRANCEA
MUNICIPIUL FOCSANI
CONSILIUL LOCAL

QUARTZ
MATRIX

Anexa 1
la Hotărârea nr. 174
din 30 aprilie 2026

ELABORARE ȘI ANALIZĂ BILANT TERMOENERGETIC PENTRU SISTEMUL DE ALIMENTARE CENTRALIZATĂ CU ENERGIE TERMICĂ DIN MUNICIPIUL FOCSANI

Operator:

S.C. ENTEL S.A.

Acest document este o comunicare strict confidențială către și adresată exclusiv destinatarului și nu poate fi reprodus sau difuzat fără acordul prealabil scris al Quartz Matrix. Nu puteți divulga sau utiliza informațiile din acest document în niciun alt mod decât cel prevăzut sau în afara organizației.

Prin consultarea și validarea ofertei comerciale sau a documentelor de contractare, destinatarul își exprimă acordul ca Quartz Matrix să folosească, în mod responsabil și exclusiv în scopuri de marketing, numele organizației, sigla și eventualele aprecieri sau informații furnizate, în materiale de prezentare și comunicare externă.

MARTE 2026

**ELABORARE ȘI ANALIZĂ BILANȚ
TERMOENERGETIC PENTRU SISTEMUL DE
ALIMENTARE CENTRALIZATĂ CU ENERGIE
TERMICĂ DIN MUNICIPIUL FOCȘANI**

S.C. ENTEL S.A.
- an de referință 2025 -

Audițor energetic complex:

ing. Mihai SUCHAR

**Mihai-
Valenti
Suchar**

Date: 2026.03.30
16:57:55 +03'00'

Manager de proiect:

Georgiana VAGNER

CUPRINS

1. INTRODUCERE	1
1.1 Necesitatea elaborării bilanțurilor termoeenergetice	1
1.2 Cadru legislativ.....	2
1.3 Terminologie și abrevieri	2
1.4 Simboluri și unități de măsură	3
1.5 Unitatea de referință asociată bilanțului	4
1.6 Aparată de măsură utilizate	4
1.7 Fișe de măsurători	8
2. DESCRIEREA OPERATORULUI DE TERMOFICARE	12
2.1 Definirea conturului de bilanț.....	12
2.2 Descrierea procesului tehnologic	13
2.3 Schema procesului tehnologic	14
2.4 Descrierea echipamentelor de producere a energiei termice	14
2.5 Descrierea rețelei termice principale	16
2.6 Descrierea punctelor termice.....	16
2.7 Descrierea rețelei termice secundare.....	17
2.8 Schema și puncte de măsură	18
3. ECUAȚII DE BILANȚ ȘI FORMULE DE CALCUL.....	19
3.1 Ecuația de bilanț termoeenergetic a cazanului de abur	19
3.2 Ecuația de bilanț termoeenergetic a instalației de cogenerare	24
3.3 Ecuații de bilanț termoeenergetic tehnologic a instalațiilor de conducte	32
3.3.1 Ecuația generală a pierderilor tehnologice de căldură prin radiație/convecție	32
3.3.2 Calculul pierderilor de căldură la conductele aeriene.....	33
3.3.3 Calculul pierderilor de căldură la conductele amplasate în canale subterane.....	34
3.3.4 Calculul pierderilor de căldură la conductele izolate amplasate în pământ	37
3.3.5 Calculul pierderilor masice/volumice de agent termic pe conducte	38
4. BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL	39

4.1	Analiza consumului și a producției de energie	39
4.2	Bilanț termoeenergetic real CET – RT	41
4.3	Bilanț termoeenergetic real RT-PT	44
4.4	Bilanțul termoeenergetic real PT – RD	47
4.5	Analiza consumului de apă de adaos	51
4.6	Bilanțul termoeenergetic real total al SACET	53
5.	ANALIZA BILANȚULUI TERMOENERGETIC REAL	56
6.	BILANȚUL TERMOENERGETIC TEHNOLOGIC	58
6.1	Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit TUR – regim iarnă	59
6.2	Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit RETUR – regim iarnă	61
6.3	Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit TUR – regim vară	62
6.4	Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit RETUR – regim vară	64
6.5	Pierderi tehnologice totale în rețeaua primară	66
6.6	Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit încălzire – TUR	68
6.7	Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit încălzire – RETUR	71
6.8	Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit ACM – regim iarnă	74
6.9	Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit ACM – regim vară	76
6.10	Pierderi tehnologice totale în rețeaua secundară	79
7.	ANALIZA COMPARATIVĂ BILANȚ REAL – BILANȚ TEHNOLOGIC	80
7.1	Rețeaua de transport	82
7.2	Rețeaua de distribuție	82
7.3	Concluzii	82
7.4	Analiza comparativă a bilanțurilor termoeenergetice reale 2024 și 2025	82
8.	PLAN DE MĂSURI ȘI ACȚIUNI	84
9.	BILANȚ TERMOENERGETIC OPTIMIZAT	92
10.	EVALUAREA EFICIENȚEI ECONOMICE A MĂSURILOR PROPUSE	93
11.	IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI	97
11.1	Generalități	97
11.2	Calculul emisiilor de CO ₂	97

12. MĂSURĂTORI TERMOENERGETICE 99

1. INTRODUCERE

Prezenta lucrare este întocmită în conformitate cu contract prestări servicii nr. 16911 din data de 10.02.2026 încheiat între S.C. QUARTZ MATRIX S.R.L. și S.C. ENTEL S.A. Focșani, contractul având tema:

“ELABORARE ȘI ANALIZĂ BILANȚ TERMOENERGETIC PENTRU SISTEMUL DE ALIMENTARE CENTRALIZATĂ CU ENERGIE TERMICĂ DIN MUNICIPIUL FOCȘANI” AFERENT ANULUI 2025

1.1 Necesitatea elaborării bilanțurilor termoeenergetice

Serviciul public de alimentare cu energie termică în sistem centralizat reprezintă o componentă esențială a infrastructurii urbane, asigurând încălzirea și prepararea apei calde de consum la nivelul locuințelor, instituțiilor publice și a operatorilor economici. Prestarea acestui serviciu este reglementată prin **Legea nr. 325/2006**, cu modificările și completările ulterioare, care stabilește cadrul legal pentru funcționarea și organizarea sistemelor centralizate de termoficare la nivelul unităților administrativ – teritoriale. Conform articolului 2 al legii, serviciul public de alimentare cu energie termică (SPAET) cuprinde totalitatea activităților de producere, transport și distribuție a energiei termice, desfășurate sub coordonarea autorităților locale, cu scopul asigurării confortului termic și a apei calde de consum pentru populație, instituții publice și operatori economici.

Câteva obligații ale serviciului public de alimentare cu energie termică includ:

- eficientizarea consumurilor energetice;
- eficientizarea procesului de transport și distribuție a agentului termic;
- reducerea pierderilor de energie de la gardul centralei la consumatorii finali;
- reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră;

Astfel, unitățile administrativ – teritoriale ce produc și furnizează energie termică trebuie să optimizeze funcționarea sistemelor, să dezvolte și să implementeze măsuri de eficiență energetică cu respectarea obligațiilor mai sus menționate. Elaborarea unui bilanț termoeenergetic reprezintă unul dintre instrumentele fundamentale prin care se poate realiza monitorizarea resurselor energetice, comparația situației reale de funcționare cu cea tehnologică (optimizată), precum și fundamentarea unui plan de măsuri și acțiuni pentru creșterea eficienței energetice și reducerea pierderilor energetice.

1.2 Cadru legislativ

Prezenta lucrare a fost realizată în conformitate cu legislația aflată în vigoare pentru domeniul aplicat:

- **Legea 325/2006** – Legea serviciului public de alimentare cu energie termică, cu completările și modificările ulterioare;
- **Legea 121/2014** – Legea privind eficiența energetică, cu modificările și completările ulterioare;
- **Ghidul de elaborare a auditurilor energetice;**
- **Ordinul 113/2022** – privind aprobarea Procedurii de avizare a documentației privind pierderile tehnologice la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmită pe baza bilanțului energetic în sistemele de alimentare centralizată de energie termică;
- **Normativul PE 902/1986** – privind întocmirea și analiza bilanțurilor energetice, reeditat în anul 1995;
- **Ghidul de elaborare și analiză a bilanțurilor energetice 696/2014** – privind recomandări, obligații, principii fundamentale și indicații generale referitoare la întocmirea bilanțurilor energetice la consumatorii de energie, precum și modul de apreciere a eficienței energetice.

1.3 Terminologie și abrevieri

ANRE - Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei;

SPAET – Serviciul public de alimentare cu energie termică în regim centralizat;

SACET – Sistem/sisteme de alimentare centralizată cu energie termică, respectiv infrastructura prin care se realizează serviciul public de alimentare cu energie termică în sistem centralizat;

CET – Centrală/centrale electrică/electrice de termoficare;

CT – Centrală/centrale termică/termice de producere separate a energiei termice;

CTC – Centrală/centrale termică/termice de cvartal;

CTZ – Centrală/centrale termică/termice de zonă;

CTi/s – Centrală/centrale termică/termice de imobil/scară;

PT/MT – Punct termic;

MT – Modul termic;

ST – Stație termică;

RT – Rețea termică de transport;

RD – Rețea termică de distribuție;

E.T. – Energie termică;

PIERDERI TEHNOLOGICE – Pierderi de energie termică în componentele SACET/activitățile din cadrul SPAET, determinate în bilanțul termooenergetic tehnologic;

PIERDERI REALE – Pierderi de energie termică determinate în bilanțul termooenergetic real aferent componentelor/activităților din cadrul SACET, pe baza datelor măsurate în exploatare în perioada pentru care a fost efectuat bilanțul;

AVIZ – Avizul privind documentația întocmită de operatorul SPAET pe baza bilanțului energetic în SACET, emis de către ANRE;

DOCUMENTATIE – Documentația privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, supusă avizării ANRE, întocmită de operatorul SPAET pe baza lucrării de bilanț energetic în SACET realizate de un auditor energetic autorizat;

LUCRARE DE BILANT – Lucrarea de bilanț energetic în SACET, realizată de un auditor energetic autorizat, în baza căreia este întocmită documentația supusă avizării;

1.4 Simboluri și unități de măsură

Simbol	Parametru	Unitate de măsură
d_i	Diametrul interior	m
d_e	Diametrul exterior	m
L	Lungime	m
T_{tur}	Temperatura agentului termic tur	°C
T_{ret}	Temperatura agentului termic retur	°C
T_o	Temperatura mediului înconjurător	°C
λ	Conductivitate termică	W/mK
h	Înălțimea canalului	m
ΔQ	Energia termică pierdută prin radiație/convecție	MWh
MV	Energia termică pierdută masică/volică	m ³
β	Coeeficient adimensional care se ia în considerare în pierderile de căldură suplimentare prin armături și elemente de conductă neizolate	-
δ	Grosime	m
R	Rezistența termică	mK/W
CS	Căldura specifică	J/kgK
ρ	Densitate	kg/m ³

v	Viteza de curgere	m/s
m	Debit masic	kg/s
V	Volum	m ³
A	Aria secțiunii transversale	m ²

Se folosește Sistemul Internațional de unități de măsură (SI) în care:

$$1 \text{ kJ} = 0,278 \cdot 10^{-3} \text{ kWh} = 0,239 \text{ kcal} = 2,388 \cdot 10^{-8} \text{ t.e.p.}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ kJ} = 860 \text{ kcal} = 8,6 \cdot 10^{-5} \text{ t.e.p.}$$

$$1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ kJ} = 1,163 \cdot 10^{-3} \text{ kWh} = 10^{-7} \text{ t.e.p.}$$

$$1 \text{ t.e.p.} = 4,187 \cdot 10^7 \text{ kJ} = 1,163 \cdot 10^4 \text{ kWh} = 10^7 \text{ kcal}$$

1.5 Unitatea de referință asociată bilanțului

Perioada de referință utilizată pentru întocmirea bilanțului termoeenergetic al Sistemului de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) a fost **un an calendaristic**, cuprinsă între **01.01.2025** și **31.12.2025**, pentru a reflecta corect regimul de funcționare al sistemului și variațiile parametrilor de exploatare.

1.6 Aparatură de măsură utilizată

În cadrul Sistemului de Alimentare Centralizată cu Energie Termică din municipiul Focșani, măsurarea parametrilor energetici și de funcționare se realizează cu echipamentele de măsură aflate în dotarea operatorului S.C. ENTEL S.A. Aceste echipamente permit monitorizarea consumului de combustibil utilizat, debite de agent termic, temperaturile tur – retur, cantitatea de energie termică pierdută și facturată consumatorilor etc.

Datele furnizate de aceste echipamente au constituit baza întocmirii bilanțului termoeenergetic. În completarea acestora, în cadrul lucrării au fost efectuate și **măsurători directe** cu aparatele proprii deținute de S.C. Quartz Matrix S.R.L., având următoarele specificații:

📷 CAMERA CU TERMOVIZIUNE FLIR E60

Termografia este utilizată în industrie pentru monitorizarea regimurilor termice ale instalațiilor și proceselor tehnologice. Termografia în infraroșu (IR) sau termoviziunea este o metodă de vizualizare distribuției temperaturilor la suprafața corpurilor și de măsurare a acestora.

Aplicații camera de termografie FLIR E60:

- audit energetic;
- identificarea rapidă a problemelor de contact la instalațiile electrice (șuruburi nestrânse, sertizarea necorespunzătoare a cablurilor, apariția stratului de oxid între materialele ce realizează conexiunea electrică, defecte interne ale cablurilor etc.);
- vizualizarea traseelor prin care circulă agentul termic pentru a vedea dacă există depuneri de material pe interiorul acestora, scurgeri sau defecte ale izolației exterioare;
- verificarea oalelor de condens, pompelor și schimbătoarelor de căldură;
- detectarea problemelor de funcționare la rulmenți, lagăre, motoare electrice etc.



Camera cu termoviziune FLIR E60

Măsurare/Funcții de măsură și analiză:

- Domeniul de temperatură: cuprins între -20 și +650°C;
- Precizie: $\pm 2^{\circ}\text{C}$ sau $\pm 2\%$ din indicație;
- Tabel emisivități: Da – integrat;
- Setare emisivitate: ajustabilă între 0,1 și 1;
- Măsurare temperatură: 3 spoturi, autospot cald/rece și 3 arii cu indicarea valorilor;
- Max/Min/Medie, Izotermă pentru identificarea zonelor cu potențial de condens (DewPoint), DeltaT între oricare 2 funcții de măsurare active.

Performanțe IR – Vizibil/Prezentare imagine:

- Câmp de vedere (FOV): $25^{\circ} \times 19^{\circ}$;
- Distanța minimă de focalizare: 0,14 m;
- Sensibilitate termică (NETD): $< 0,05^{\circ}\text{C}$;
- Rezoluție detector infraroșu: 320 x 240 pixeli fizici;

- Tip senzor: PFA microbolometru fără răcire;
- Frecvență imagine: 60 Hz;
- Spectru: 7,5; 13μm standard;
- Display: LCD color TFT 3,5" cu touchscreen;
- Focalizare imagine termică: manual;
- Cameră video în vizibil cu autofocalizare integrată;
- Rezoluție cameră video: 3,1 Mp;
- Afișare imagine: termică, vizibilă, picture-in-picture, thermal fusion;
- Imagini stocate (card MicroSD): minim 5000 imagini;
- Adnotări pentru imagini: comentariu vocal 60s/text;
- Video streaming: USB – 100% radiometric;
- Zoom digital: 1 – 4x continuu;
- Realizare raport direct pe cameră.

Caracteristici generale:

- Palete de culoare: alb – negru/color;
- Set-up control: Dată/timp, info, intensitate display etc.;
- Interfață digitală: USB, Bluetooth, WiFi;
- Interfață analogică: video PAL;
- Meterlink: conectare wireless cu instrumentul de măsură EX845;
- Laser: spotul de laser este afișat în imaginea termică;
- Alimentare: acumulator Li-Ion interschimbabil sau adaptor 230 Vca;
- Autonomie: minim 4h de funcționare continuă cu un acumulator;
- Greutate: aproximativ 830g, inclusiv cu acumulator;
- Temperatura ambientală de operare: cuprinsă între -15 și +50°C;
- Temperatura ambientală de stocare: cuprinsă între -40 și +70°C;
- Grad de protecție: IP54.

✦ ANALIZOR GAZE DE ARDERE – MULTILYZER NG

Analizorul de gaze de ardere **Multilyzer NG** de categorie premium utilizează cea mai nouă tehnologie în domeniu. Timpul de răspuns extrem de rapid, autonomia mărită, domeniul de utilizare extrem de variat, facilitățile complexe ale soft-ului de operare, precum și robustețea deosebită sunt principalele avantaje ale noului **Multilyzer NG**.

Multilyzer NG este aparatul ideal pentru aplicații variate, pentru echipamente de ardere de orice puteri, echipamente termice convenționale sau industriale, cogenerare, combustibili gazoși, lichizi și solizi etc. Echipamentul beneficiază de un gabarit extrem de redus și o concepție ultra compactă, unitară. Aparatul este dotat cu 4 senzori electrochimici (O_2 , CO , NO , SO_2).



Analizorul de gaze de ardere Multilyzer NG

Ecranul permite urmărirea a 5/10 valori simultan, ce pot fi afișate în ordinea setată de utilizator chiar și în condițiile unui iluminat ambiental extrem de intens, respectiv întunecos, grație contrastului puternic. Datele sunt transmise direct din programul de măsurare sau din blocurile de memorie către imprimantă, fără fir, prin portul IR. De asemenea, soft-ul de căutare electronică a centrului curentului permite determinări precise și în cazul coșurilor de evacuare de diametre mari. Aparatul este dotat standard cu port USB și opțional Bluetooth pentru transferul și prelucrarea datelor pe PC. De un real folos este calculul eficienței arderii în condensatie, precum și determinarea punctului de rouă, în scopul identificării momentului de atingere a regimului de lucru în condensatie.

Cu ajutorul manovacuumetrul integrat (clasă de precizie cuprinsă între -150 și $+150$ mbar) se pot determina presiuni/depresiuni pentru orice medii gazoase (inclusiv metan), iar aparatul devine un instrument multifuncțional, cu posibilitate de upgrade ulterior pentru diverse funcții și aplicații din domeniul echipamentelor HVAC.

Mărimile măsurate și calculate de analizorul de gaze Multilyzer NG sunt: O₂, CO, NO, SO₂, CO₂, NO_x, temperatura gazelor arse, temperatura aerului de combustie, tirajul din coșul de fum, coeficientul de exces de aer, randamentul arderii, punctul de rouă, pierderi etc.

1.7 Fișe de măsurători

În vederea elaborării bilanțului termoeenergetic pentru **Sistemul de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) din municipiul Focșani**, au fost utilizate date tehnice și informații de exploatare puse la dispoziție de către beneficiar, respectiv **S.C. ENTEL S.A.** Aceste date includ parametri de funcționare ai instalațiilor de producere a energiei termice, valori ale debitelor de agent termic, temperaturi de tur și retur, consumuri de combustibil, precum și cantități de energie termică și electrică produse, transportate și livrate în sistem. Informațiile furnizate de beneficiar au stat la baza realizării analizelor necesare întocmirii bilanțului termoeenergetic, fiind sintetizate și prezentate în tabelele de mai jos:

FIȘE DE MĂSURĂTORI 2025						
Perioada	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun
U.M.	[MWh]					
CONSUM G.M.	21.689,1	25.363,7	24.456,5	16.430,3	5.974,3	5.714,0
E.T. PRODUSĂ	12.091,9	10.787,1	8.882,9	5.643,2	2.013,6	1.668,9
E.E. PRODUSĂ	4.690,5	7.848,8	8.783,7	6.050,2	2.344,8	2.089,7
C.P.T. Producere E.T.	129,0	124,3	111,6	67,5	-	-
E.T. LIVRATĂ R.P.	11.962,9	10.662,8	8.771,3	5.575,7	2.013,6	1.668,9
E.T. FACTURATĂ R.P.	833,0	851,6	651,6	335,9	26,3	22,4
PIERDERI R.P.	1.648,2	1.251,0	1.067,4	1.222,5	1.485,2	1.193,6
APĂ ADAOS R.P.	4.480,0	4.570,0	4.712,0	6.083,0	4.760,0	5.479,0
E.T. LIVRATĂ P.T.	9.481,7	8.560,3	7.052,3	4.017,3	502,0	452,9
C.P.T. - P.T.	20,6	17,8	14,3	8,7	0,6	0,4
PIERDERI R.D.	1.906,6	1.763,1	1.432,9	946,1	97,8	58,4
APĂ ADAOS R.D.	772,0	559,0	703,0	460,0	-	-
E.T. FACTURATĂ C.F.	7.554,6	6.779,4	5.605,0	3.062,5	403,7	394,0

FIȘE DE MĂSURĂTORI 2025						
Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	TOTAL
[MWh]						
6.336,3	6.134,1	6.180,8	12.404,2	22.552,0	28.093,9	181.329,3
1.536,6	1.427,7	1.571,3	4.313,1	8.083,0	10.807,5	68.826,8
2.470,4	2.381,9	2.444,0	4.558,6	8.274,0	9.914,4	61.851,0
-	-	-	54,0	94,4	100,0	680,8
1.536,6	1.427,7	1.571,3	4.259,1	7.988,6	10.707,5	68.146,0
2,4	2,4	19,7	166,7	435,5	752,3	4.099,8
1.139,1	1.070,1	1.147,9	1.743,2	2.118,1	796,2	15.882,6
3.661,0	3.708,0	4.050,0	5.623,0	6.781,0	4.486,0	58.393,0
395,0	355,2	403,7	2.349,2	5.435,1	9.159,0	48.163,6
0,5	0,5	0,6	4,7	12,5	20,0	101,2
47,1	37,3	40,2	661,4	1.077,8	1.728,7	9.797,5
-	-	260,0	1.140,0	892,0	641,0	5.427,0
347,3	317,4	362,8	1.683,1	4.344,7	7.410,2	38.264,9

FIȘE DE MĂSURĂTORI 2025						
Perioada	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Iun
U.M.	[Gcal]					
CONSUM G.M.	18.649,3	21.808,9	21.028,8	14.127,5	5.137,0	4.913,2
E.T. PRODUSĂ	10.397,2	9.275,2	7.637,9	4.852,3	1.731,4	1.435,0
E.E. PRODUSĂ	4.033,1	6.748,8	7.552,6	5.202,3	2.016,2	1.796,8
C.P.T. Producere E.T.	110,9	106,9	96,0	58,0	-	-
E.T. LIVRATĂ R.P.	10.286,2	9.168,4	7.542,0	4.794,2	1.731,4	1.435,0
E.T. FACTURATĂ R.P.	716,2	732,2	560,3	288,9	22,6	19,3
PIERDERI R.P.	1.417,2	1.075,6	917,8	1.051,2	1.277,1	1.026,3
APĂ ADAOS R.P.	3.852,1	3.929,5	4.051,6	5.230,4	4.092,9	4.711,1
E.T. LIVRATĂ P.T.	8.152,8	7.360,5	6.063,9	3.454,2	431,7	389,4
C.P.T. - P.T.	17,7	15,3	12,3	7,5	0,5	0,4
PIERDERI R.D.	1.639,3	1.516,0	1.232,1	813,5	84,1	50,2
APĂ ADAOS R.D.	663,8	480,7	604,5	395,5	-	-
E.T. FACTURATĂ C.F.	6.495,8	5.829,3	4.819,5	2.633,3	347,1	338,8

FIȘE DE MĂSURĂTORI 2025						
Iul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	TOTAL
[Gcal]						
5.448,3	5.274,4	5.314,5	10.665,7	19.391,2	24.156,4	155.915,2
1.321,2	1.227,6	1.351,1	3.708,6	6.950,1	9.292,8	59.180,4
2.124,2	2.048,1	2.101,4	3.919,7	7.114,4	8.524,9	53.182,3
-	-	-	46,4	81,2	86,0	585,4
1.321,2	1.227,6	1.351,1	3.662,2	6.869,0	9.206,8	58.595,0
2,1	2,0	16,9	143,3	374,4	646,9	3.525,2
979,5	920,1	987,0	1.498,9	1.821,2	684,6	13.656,6
3.147,9	3.188,3	3.482,4	4.834,9	5.830,6	3.857,3	50.208,9
339,7	305,5	347,1	2.020,0	4.673,3	7.875,3	41.413,2
0,5	0,4	0,5	4,0	10,7	17,2	87,0
40,5	32,1	34,6	568,7	926,8	1.486,4	8.424,3
-	-	223,6	980,2	767,0	551,2	4.666,4
298,7	272,9	312,0	1.447,2	3.735,8	6.371,6	32.901,9

ABREVIERI	
CONSUM G.M.	Consumul de gaz natural
E.T. PRODUSĂ	Energie termică produsă
E.E. PRODUSĂ	Energie electrică produsă în cogenerare
C.P.T. Producere E.T.	Consum propriu tehnologic de energie termică în CET
E.T. LIVRATĂ R.P.	Energie termică livrată în rețeaua principală/la gardul centralei
E.T. FACTURATĂ R.P.	Energia termică facturată consumatorilor direct din rețeaua principală
PIERDERI R.P.	Pierderile de energie termică în rețeaua de transport
APĂ ADAOS R.P.	Cantitatea de apă de adaos în rețeaua de transport
E.T. LIVRATĂ P.T.	Energie termică livrată din rețeaua de transport în punctele termice
C.P.T - P.T.	Consum propriu tehnologic de energie termică în punctele termice
PIERDERI R.D.	Pierderile de energie termică în rețeaua de distribuție

ABREVIERI	
APĂ ADAOS R.D.	Cantitatea de apă de adaos în rețeaua de distribuție
E.T. FACTURATĂ C.F.	Energia termică facturată consumatorilor pentru încălzire și apă caldă de consum

În completarea datelor furnizate de beneficiar, în cadrul elaborării prezentului bilanț termoeenergetic au fost efectuate și **măsurători directe la amplasamentul operatorului**, în vederea verificării și validării parametrilor de funcționare ai instalațiilor.

Măsurătorile efectuate sunt prezentate în **CAPITOLUL 12** al prezentei lucrări – **MĂSURĂTORI TERMOENERGETICE**.

2. DESCRIEREA OPERATORULUI DE TERMOFICARE

La nivelul municipiului Focșani, Serviciul Public de Alimentare cu Energie Termică (SPAET) este asigurat de către operatorul **S.C. ENTEL S.A.**, responsabil pentru producerea, transportul, distribuția și furnizarea energiei termice către locuințe, instituții publice și operatorii economici racordați la sistemul centralizat.

Societatea **S.C. ENTEL S.A.** a fost înființată în luna noiembrie 2024, înlocuind fosta companie **S.C. ENET S.A.**, care a funcționat în procedură de insolvență până la acea dată. Noua societate a preluat atribuțiile și activitățile fostului operator, devenind operatorul de termoficare al municipiului Focșani. Pe lângă principala activitate de producere, transport, distribuție și livrare a energiei termice, societatea produce și energie electrică în cogenerare, pe care o parte o utilizează pentru autoconsum, iar diferența o comercializează pe piața națională de energie. Aceste activități sunt licențiate de Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei (ANRE).

Unitatea de producere a energiei termice din municipiul Focșani a fost înființată în anul **1970**, sub forma unei Centrale Termice de Zonă (CTZ), în cadrul fostului combinat de prelucrare a lemnului Focșani. În luna iunie **1984**, aceasta a fost transformată în Centrală Electrică de Termoficare (CET) și trecută în subordinea **FRE Focșani**. Ulterior, prin desprinderea CET de **FRE Focșani**, a fost înființată compania **S.C. ENET S.A.** în baza Hotărârii Guvernului nr. 95/1995. La data de 31 octombrie 2001, societatea a preluat activitatea de distribuție a energiei termice de la regia locală a municipiului, în baza unei hotărâri a Consiliului Local.

În prezent, **S.C. ENTEL S.A.** este unicul operator de alimentare cu energie termică din municipiul Focșani. Pe lângă producerea energiei termice, societatea produce și energie electrică în cogenerare.

Principalele categorii de consumatori ai operatorului local sunt reprezentate de populație, instituții publice (școli, grădinițe, spitale, instituții administrative), precum și agenți economici.

2.1 Definirea conturului de bilanț

Sistemul de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) reprezintă un ansamblu integrat de instalații și echipamente prin intermediul căruia se realizează producerea, transportul, distribuția și furnizarea energiei termice către consumatorii finali.

Rolul acestui sistem este de a asigura furnizarea continuă, sigură și eficientă a agentului termic, precum și utilizarea eficientă a resurselor energetice. Funcționarea optimă a SACET contribuie la creșterea eficienței energetice și la reducerea impactului negativ asupra mediului.

În cadrul prezentei lucrări, **conturul de bilanț** al sistemului de termoficare cuprinde următoarele componente principale:

- **surse de producere** a agentului termic;
- **rețeaua termică primară** – asigură transportul energiei termice de la sursă la punctele termice;
- **punctele termice** – unde se realizează transferul energiei termice către circuitul secundar;
- **rețeaua termică secundară** – asigură transportul energiei termice către consumatorii finali;

2.2 Descrierea procesului tehnologic

Procesul tehnologic de producere și furnizare a energiei termice în cadrul Sistemului de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) din municipiul Focșani se bazează pe producerea energiei termice în Centrala Electrică de Termoficare (CET), transportul acesteia prin rețeaua termică primară, transferul de energie în punctele termice și distribuția agentului termic către consumatorii finali.

Producerea energiei termice se realizează în cadrul Centrala Electrică de Termoficare (CET) operate de S.C. ENTEL S.A., unde energia termică este generată în principal prin **cogenerare de înaltă eficiență** și cu ajutorul **unui cazan de abur**. Cogenerarea reprezintă procesul tehnologic prin care se produce simultan energie electrică și energie termică, utilizând aceeași sursă de combustibil, ceea ce permite valorificarea energiei conținute în combustibil și creșterea randamentului global al instalațiilor.

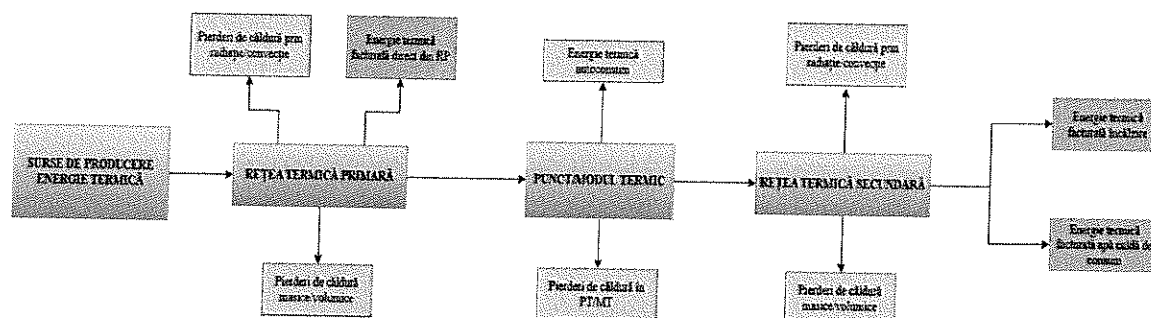
În cadrul acestui proces, combustibilul utilizat este ars în instalațiile de producere, energia rezultată fiind transformată în energie mecanică și ulterior în **energie electrică**, prin intermediul generatoarelor electrice. Căldura reziduală rezultată din procesul de producere a energiei electrice este recuperată și utilizată pentru producerea **agentului termic**, sub formă de apă fierbinte, care este ulterior utilizat în sistemul de termoficare.

Energia electrică produsă în cadrul centralei este utilizată parțial pentru **consumul propriu tehnologic al CET-ului (autoconsum)**. Diferența de energie electrică produsă este **livrată în Sistemul Energetic Național**.

Agentul termic produs este transportat către punctele termice prin intermediul **rețelei termice primare** de tip arborescent, alcătuită din conducte magistrale de transport. Aceste conducte asigură circulația apei fierbinți la parametri controlați de temperatură și presiune către punctele termice. Totodată, există consumatori racordați direct la rețeaua de transport, prin urmare, o parte din energia termică livrată în rețeaua principală este facturată către aceștia.

În punctele termice are loc **transferul energiei termice** din circuitul primar către **circuitul secundar** de tip arborescent, prin intermediul schimbătoarelor de căldură. Ulterior acestui transfer, agentul termic este **distribuit și livrat** consumatorilor finali sub formă de energie termică necesară încălzirii spațiale și sub formă de apă caldă de consum.

2.3 Schema procesului tehnologic

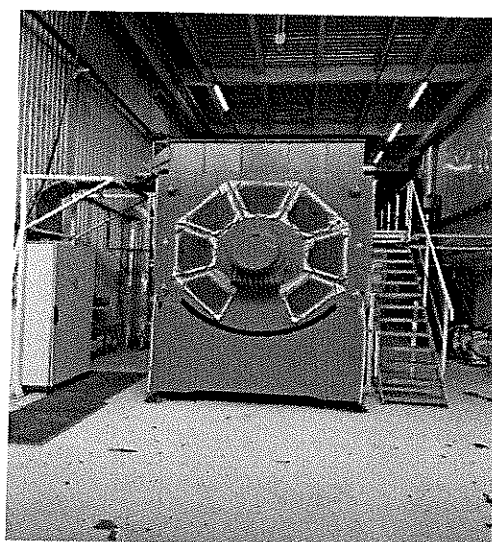
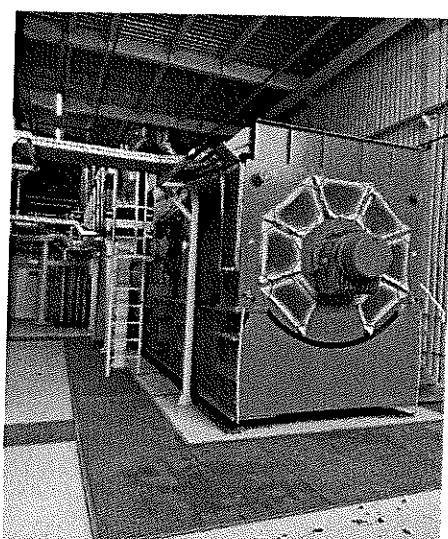


Schema procesului tehnologic

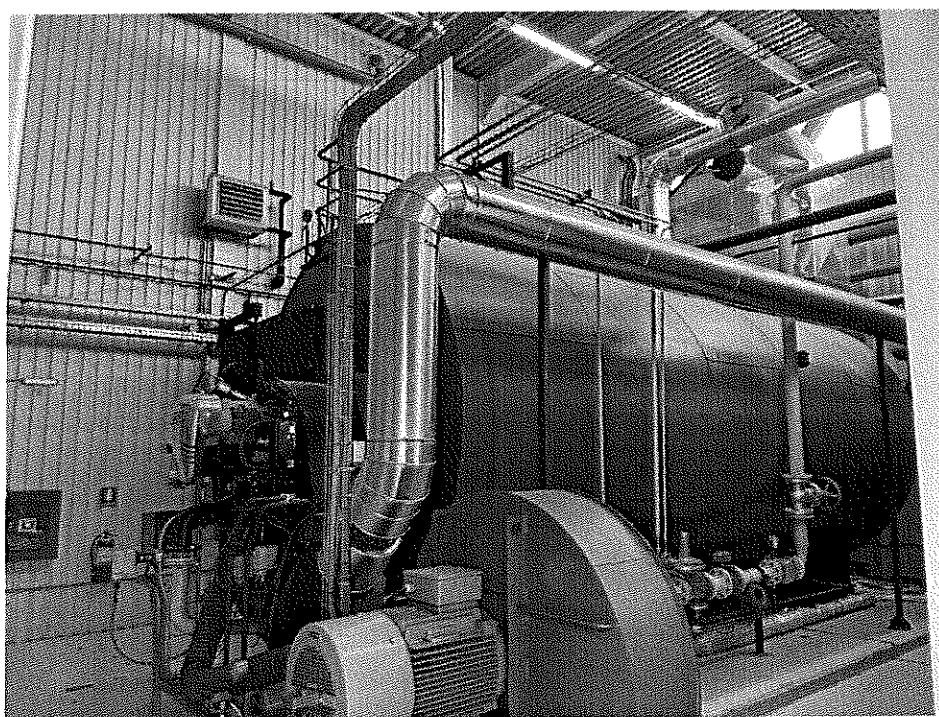
2.4 Descrierea echipamentelor de producere a energiei termice

Procesul tehnologic aferent operatorului **SPAET** este de producere, transport, distribuție și furnizare a energiei termice pentru consumatorii municipiului Focșani racordați la rețea. Agentul termic necesar este produs de următoarele echipamente:

Două motoare de cogenerare Rolls Royce – având puterea termică unitară $P_t = 6,634$ MWt, puterea electrică unitară $P_e = 6,8$ MWe funcționând pe gaz natural.



Un cazan de abur saturat Kirka Suri – având drept parametri funcționali capacitatea de producere a aburului de 10 t/h, temperatura aburului de 176°C și presiunea maximă de 8 bar.



Transportul apei în sistemul de termoficare este asigurată de două pompe de circulație de vară Grundfoss tip NKG 150, cu debitul de 553,6 m³/h și 3 pompe de circulație de iarnă Grundfoss tip HS 350, cu debitul de 980 m³/h. Completarea pierderilor de agent termic din sistemul de termoficare se realizează cu apă dedurizată produsă în stația de tratare chimică a centralei. Apa de adaos necesară pentru circuitul de termoficare este asigurată din stația de dedurizare, obținută prin metoda natrio – catodică, iar apa necesară alimentării echipamentelor provine din stația de tratare chimică de demineralizare.

Mențiune: Până la începutul anului 2025, societatea dispunea și de două cazane de apă fierbinte: **CAF 25** cu o capacitate de 25 Gcal/h și **CAF 50** cu o capacitate de 50 Gcal/h. Aceste unități au fost scoase din uz și sigilate, astfel încât, începând cu anul 2025, producția de energie termică a operatorului s-a realizat exclusiv prin **unitățile de cogenerare și cazanul de abur**.

2.5 Descrierea rețelei termice principale

Rețeaua termică primară asigură transportul apei fierbinți de la sursele de producere a agentului termic (CET) către punctele termice.

Sistemul de transport al energiei termice este realizat sub forma unei rețele **bitubulare de tip arborescent**, cu o lungime totală de traseu de aproximativ **20,965 km** și diametre cuprinse între **DN50 și DN700**. Rețeaua este alcătuită atât din conducte clasice, cât și din conducte preizolate.

În anul **2014** a fost finalizat proiectul finanțat din fonduri europene și fonduri de mediu intitulat **„Reabilitarea sistemului de termoficare urbană la nivelul municipiului Focșani pentru perioada 2009–2028 – Etapa I”**, proiect ce a avut ca obiectiv conformarea la cerințele legislației de mediu și creșterea eficienței energetice a sistemului. În cadrul acestui proiect, pe lângă achiziția unor echipamente noi de producere a energiei termice, au fost reabilitați aproximativ **4,425 km** de rețea termică primară. Ulterior, în etapa a II-a a aceluiași program, au fost modernizați aproximativ **2,807 km** de rețea termică primară.

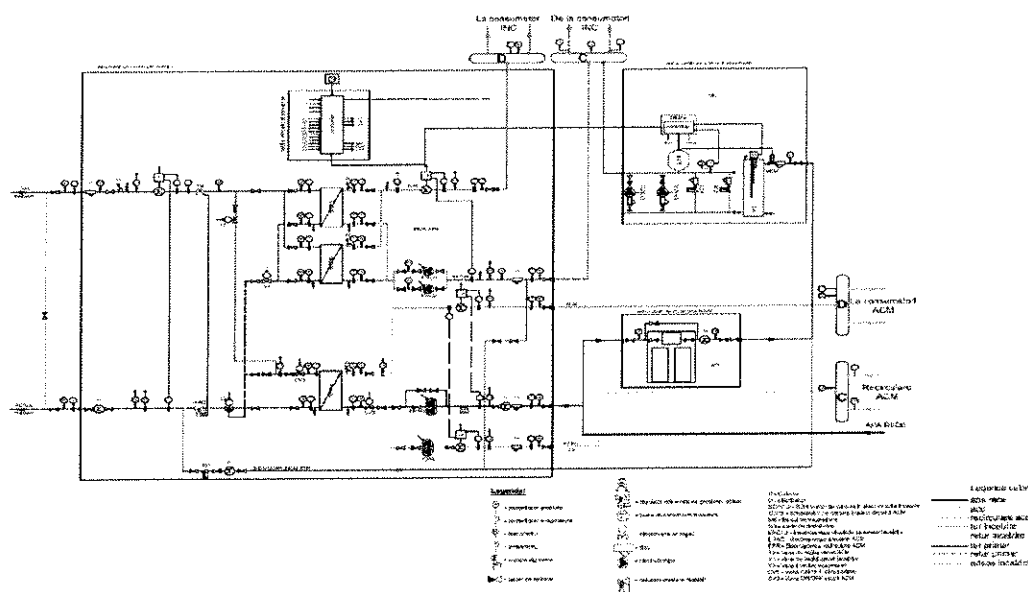
2.6 Descrierea punctelor termice

În cadrul SACET Focșani funcționează **54 de puncte termice** și **3 substații de scară de bloc**.

În perioada **2001 – 2021**, un număr de **36 de puncte termice** și cele **3 substații de scară** au fost modernizate în cadrul programului **„Reabilitarea sistemului de termoficare urbană la nivelul municipiului Focșani pentru perioada 2009 – 2028”**.

Punctele termice modernizate sunt echipate cu sisteme moderne de comandă și control, fiind complet automatizate și dotate cu sisteme de contorizare pe toate circuitele: circuit primar, apă de adaos, circuit secundar, încălzire, apă caldă de consum și recirculare.

Acestea asigură racordarea indirectă a instalațiilor de încălzire la rețeaua termică primară prin intermediul schimbătoarelor de căldură și permit prepararea apei calde de consum pentru utilizatori.



Schema unui punct termic

2.7 Descrierea rețelei termice secundare

Rețeaua termică secundară are rolul de a distribui agentul termic de la punctele termice către consumatorii finali.

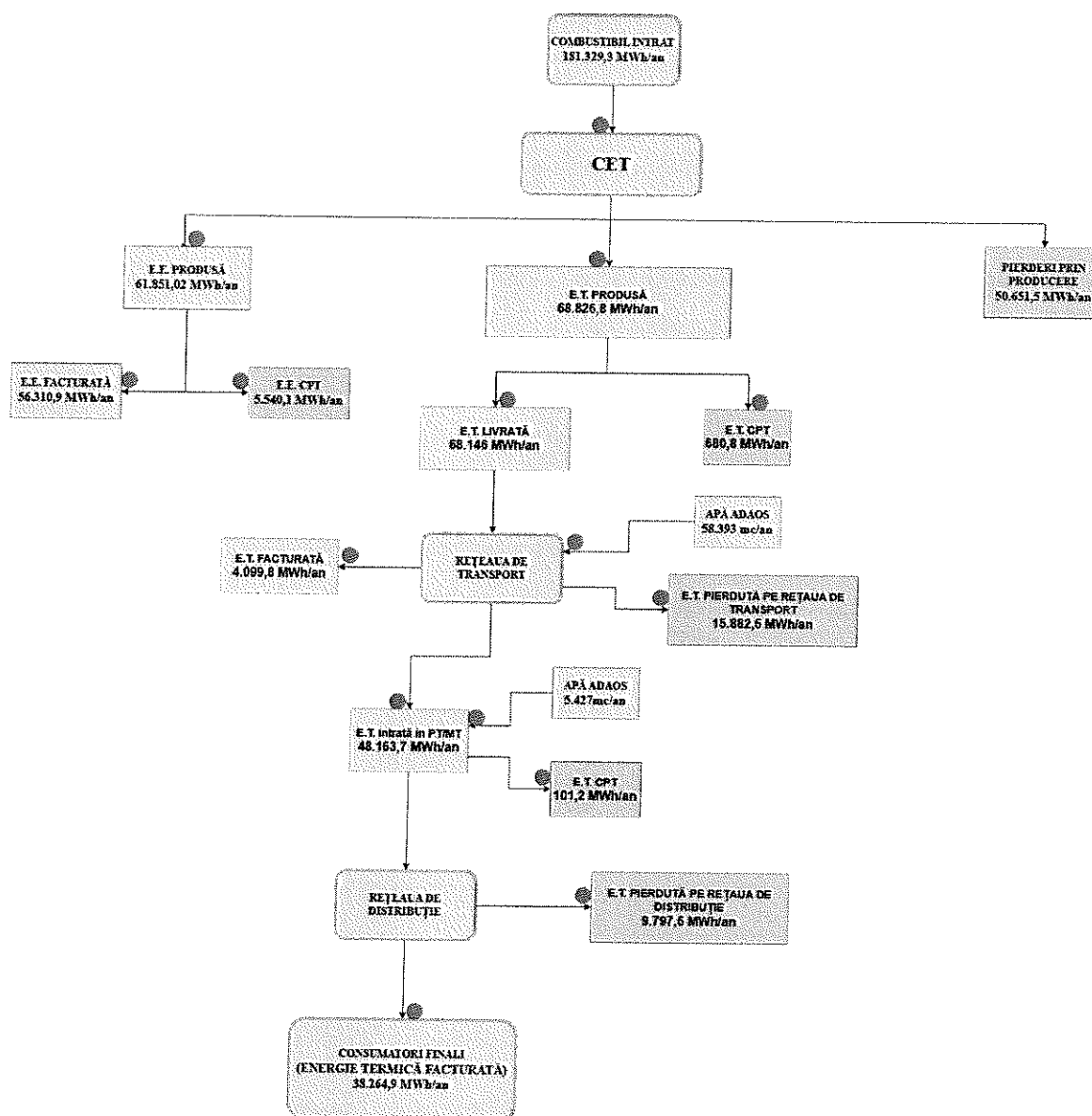
Aceasta este realizată sub forma unei rețele **de tip arborescent**, având o lungime totală de aproximativ **60,935 km** de traseu. Rețeaua este alcătuită din conducte **bitubulare pentru circuitul de încălzire** și conducte **monofilare pentru circuitul de apă caldă de consum**.

Conductele au fost reabilitate în proporție de aproximativ **62,22%**, respectiv **37,915 km** de traseu, utilizând conducte **preizolate**, în cadrul proiectului „Reabilitarea sistemului de termoficare urbană la nivelul municipiului Focșani pentru perioada 2009 – 2028”.

Conductele preizolate sunt realizate din **oțel pentru diametre mai mari de DN100** și din **PEX pentru diametre mai mici de DN100** pe circuitul de încălzire. Pentru rețeaua de apă caldă de consum sunt utilizate conducte din **oțel zincat sau PEX**, inclusiv pentru circuitul de recirculare.

Izolația termică a conductelor este realizată din **spumă poliuretanică**, protejată la exterior de o **manta din polietilenă de înaltă densitate**, care asigură protecția mecanică și durabilitatea sistemului.

2.8 Schema și puncte de măsură



Schema și punctele de măsură

În diagrama de mai sus este reprezentată schema și punctele de măsură din cadrul SACET Focșani. Acestea permit înregistrarea și monitorizarea fluxului energetic asociat procesului tehnologic.

3. ECUAȚII DE BILANȚ ȘI FORMULE DE CALCUL

Bilanțul termoeenergetic are ca scop contabilizarea fluxurilor de energie termică utilă și sub formă de pierderi la nivelul echipamentelor consumatoare de combustibili fosili, precum și la nivelul rețelilor de transport și distribuție a agentului termic. Modelele matematice pentru realizarea bilanțurilor termoeenergetice au la bază principiul conservării energiei. În acest sens, se definește mulțimea mărimilor de intrare, a mărimilor de ieșire și se calculează pierderile energetice în conturul de bilanț stabilit.

3.1 Ecuația de bilanț termoeenergetic a cazanului de abur

La baza calculelor stă ecuația de bilanț, de forma:

$$\sum Q_i = \sum Q_e$$

unde Q_i sunt fluxurile termice intrate în contur, iar Q_e sunt fluxurile termice la ieșirea conturului considerat.

FLUXURILE TERMICE DE LA INTRARE sunt reprezentate de:

✦ Căldura introdusă cu combustibilul:

$$Q_c = B \times i_{cb} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

- B este consumul orar de combustibil măsurat în Nm^3/h ;
- i_{cb} este entalpia combustibilului măsurată în kJ/Nm^3 ;
- h este numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

✦ Căldura introdusă cu aerul de ardere:

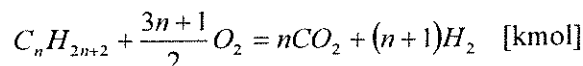
$$Q_{aar} = V_{ar} \times i_{aar} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

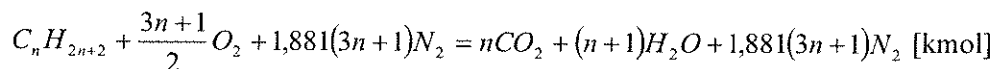
- V_{ar} este volumul real de aer de ardere măsurat în Nm^3/h ;
- i_{aar} este entalpia aerului de ardere măsurată în kJ/Nm^3 ;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

Volumul real de aer de ardere se determină în funcție de volumul teoretic de aer de ardere și de coeficientul de exces de aer.

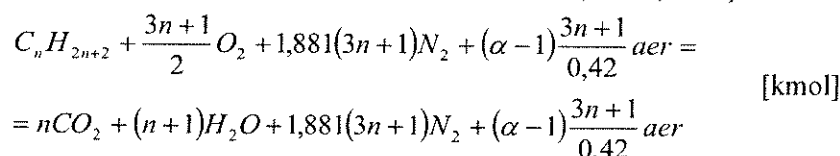
Volumul teoretic de aer de ardere rezultă din ecuația stoechiometrică a arderii combustibilului; pentru hidrocarburi de tipul C_nH_{2n+2} avem:



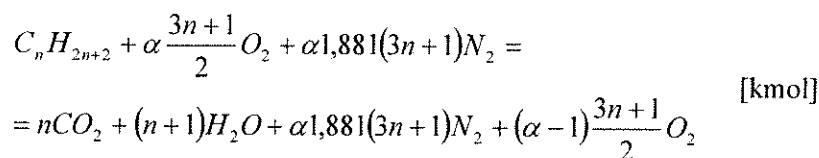
și, ținând seama de compoziția volumică a aerului atmosferic, 21 % oxigen și 79 % azot, rezultă ecuația arderii stoechiometrice a unui kilomol de hidrocarbură în aer atmosferic:



Dacă arderea combustibilului este realizată cu un exces de aer, $\alpha \geq 1$, ecuația arderii devine:



sau, dacă ținem seama de compoziția aerului:



Din consumul de combustibil în l/h se poate determina numărul de kilomoli de combustibil consumați orar:

$$n_B = \frac{B * \rho}{14 * n + (2n + 2) * 1} \text{ [kmol/h]}$$

unde:

B - consumul orar de combustibil, în m³/h;

ρ - densitatea combustibilului, în kg/m³;

numitorul - masa molară.

Înmulțind termenii cu n_B se obține numărul de kilomoli din fiecare componentă care participă la procesul de ardere, pentru consumul orar de combustibil, B. Dacă ținem seama că volumul unui kilomol de gaz este 22,42 Nm³ se determină:

- volumul teroretic de aer de ardere:

$$V_{a0} = \frac{3n+1}{0,42} * n_B * 22,42 \text{ [Nm}^3\text{/h]}$$

- volumul real de aer de ardere:

$$V_{ar} = \alpha * V_{a0} \text{ [Nm}^3\text{/h]}$$

- volumul de gaze de ardere uscate:

$$V_{gu} = [\alpha * (3n+1) * 2,381 - 0,5 * (n+1)] \text{ [Nm}^3\text{/h]}$$

- volumul de gaze de ardere umede:

$$V_{gu} = [\alpha * (3n+1) * 2,381 + 0,5 * (n+1)] \text{ [Nm}^3\text{/h]}$$

✦ Căldura introdusă cu apa de alimentare

$$Q_{aa} = D \times CS_{ap\bar{a}} \times T_2 \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

- D reprezintă debitul de apă pe partea retur măsurat în kg/h;
- $CS_{ap\bar{a}}$ reprezintă căldura specifică a apei măsurată în kJ/kgC;
- T_2 reprezintă temperatura apei de alimentare măsurată în C;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

✦ Căldura proprie înmagazinată în combustibil

$$Q_{cc} = B \times i_{cb} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

- B - consumul orar de combustibil, în m^3/h ;
- i_{cb} este entalpia combustibilului măsurată în kJ/Nm^3 la temperatura de intrare a combustibilului;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

FLUXURILE TERMICE DE LA IEȘIRE sunt reprezentate de:

✦ Căldura conținută în aburul livrat:

$$Q_{ab} = D \times i_{ab} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

- D reprezintă debitul masic de abur al cazanului măsurat în kg/h;
- i_{ab} reprezintă entalpia aburului măsurată în kJ/kg;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

✦ Căldura pierdută; aceasta are mai multe componente și anume:

✦ Pierderi de căldură determinate de căldura conținută de gazele de ardere la ieșirea din echipament:

$$Q_{gu} = B \times i_{gu} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

- B reprezintă debitul orar de combustibil măsurat în Nm^3/h ;
- i_{gu} reprezintă entalpia gazelor arse, măsurată în kJ/Nm^3 ;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

Entalpia gazelor de ardere se determină funcție de compoziția acestora, temperatura de evacuare și căldurile specifice ale fiecărei componente; de exemplu, pentru un coeficient de exces de aer, $\alpha = 1,1$ și combustibil gaz metan, relația de calcul a entalpiei este de forma:

$$i_{ga} = \frac{(nc_{CO_2} + (n+1)c_{H_2O} + 1,881\alpha(3n+1)c_{N_2} + 0,5(\alpha-1)(3n+1)c_{O_2})t_{ga} + 0,5(\alpha-1)(3n+1)r}{n + (n+1) + 1,881 * \alpha * (3n+1) + 0,5 * (\alpha-1) * (3n+1)} \text{ kJ / Nm}^3$$

unde:

c_{CO_2} – căldura specifică a dioxidului de carbon, în kJ/Nm³.°C;

c_{H_2O} – căldura specifică a vaporilor de apă, în kJ/Nm³.°C;

c_{N_2} – căldura specifică a azotului, în kJ/Nm³.°C;

c_{O_2} – căldura specifică a oxigenului, în kJ/Nm³.°C;

r – căldura latentă de vaporizare a apei, în kJ/Nm³.

Toate căldurile specifice se determină la temperatura gazelor de ardere, t_{ga} , iar căldura latentă se determină pentru presiunea de 1 bar.

În tabelul de mai jos se prezintă căldurile specifice ale principalelor componente din gazele de ardere, funcție de temperatură:

Călduri specifice		
Componentă	Căldura specifică, [kJ/Nm ³ .°C]	
	t = 100 °C	t = 200 °C
Bioxid de carbon	1,7105	1,7932
Azot	1,2941	1,2983
Vapori de apă	1,5031	1,5194
Oxigen	1,4275	1,4476

✚ Pierderi de căldură prin pereții echipamentului:

$$Q_p = \sum \alpha_i \cdot S_i \cdot (t_{pi} - t_0) \times 3600 \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- S_i este suprafața peretelui considerat măsurată în m²;
- α_i este coeficientul de transmisie a căldurii, prin convecție naturală, de la perete la aerul înconjurător, în W/m²C;
- t_{pi} este temperatura peretelui măsurată în C;
- t_0 este temperatura aerului ambiant măsurată în C;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

Pentru determinarea acestor pierderi, se procedează în modul următor:

- se împarte întreaga suprafață exterioară în zone caracteristice – verticale, orizontale, cilindrice, iar acestea în elemente de suprafață de egală temperatură;
- se calculează coeficienții de transmisie a căldurii prin convecție naturală, de la perete la aerul înconjurător, pentru fiecare element de suprafață considerat;
- se determină pierderea de căldură pentru fiecare element;

- se însumează pierderile de căldură ale tuturor elementelor.

Coeficienții de transmisie a căldurii prin convecție se determină din numărul lui Nusselt:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$$

unde:

- l este dimensiunea geomcă determinantă, care se ia egală cu diametrul, pentru pereți cilindrici sau sferici, cu înălțimea pentru pereți verticali, sau cu latura cea mai mică pentru pereți plani orizontali;

- λ este coeficientul de conductibilitate termică al fluidului la temperatura sa medie:

$$t_m = 0,5 \cdot (t_p + t_a)$$

unde:

- t_p este temperatura peretelui pe fața exterioară;
- t_a este temperatura aerului ambiant.

La rândul lui, numărul lui Nusselt se determină din relația specifică convecției naturale în spațiu nelimitat:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n$$

unde valorile lui C și n se determină funcție de produsul $(Gr \cdot Pr)$, conform tabelului 2.2, iar:

$$Gr = \frac{\beta \cdot g \cdot l^3 \cdot (t_p - t_a)}{\nu^2}$$

unde:

- Gr – numărul lui Grasshoff, mărime adimensională;
- Pr – numărul lui Prandl, mărime adimensională, determinată pentru aer, funcție de temperatura lui medie;
- β – coeficientul de dilatare volumică al aerului;
- g – accelerația gravitațională;
- ν – vâscozitatea cinematică a aerului.

Toate mărimile fizice care intervin în relațiile anterioare se determină funcție de temperatura medie.

Valorile lui C și n		
Gr.Pr	C	n
$0 \leq Gr.Pr \leq 10^{-3}$	0,5	0
$10^{-3} \leq Gr.Pr \leq 500$	1,18	1 / 8
$500 \leq Gr.Pr \leq 2 \cdot 10^7$	0,54	1 / 4
$2 \cdot 10^7 \leq Gr.Pr \leq 10^{13}$	0,135	1 / 3

- ✦ Pierderi de căldură cu combustibilul nears, sau prin ardere incompletă; la arderea combustibililor gazoși sau lichizi se poate considera că aceste pierderi sunt foarte mici și pot fi neglijate.

În final se calculează eroare de închidere a bilanțului termoeenergetic E:

$$E = Q_i - Q_e \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- Q_i reprezintă fluxul de căldură intrat în echipament;
- Q_e reprezintă fluxul de căldură ieșit din echipament.

3.2 Ecuația de bilanț termoeenergetic a instalației de cogenerare

La baza calculelor stă ecuația de bilanț, de forma:

$$\sum Q_i = \sum Q_e$$

unde Q_i sunt fluxurile termice intrate în contur, iar Q_e sunt fluxurile termice la ieșirea conturului considerat.

FLUXURILE TERMICE DE LA INTRARE sunt reprezentate de:

- ✦ Căldura introdusă cu combustibilul:

$$Q_c = B \times i_{cb} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- B este consumul orar de combustibil măsurat în Nm^3/h ;
- i_{cb} este entalpia combustibilului măsurată în kJ/Nm^3 ;
- h este numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

- ✦ Căldura introdusă cu aerul de ardere:

$$Q_{aar} = V_{ar} \times i_{aar} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- V_{ar} este volumul real de aer de ardere măsurat în Nm^3/h ;
- i_{aar} este entalpia aerului de ardere măsurată în kJ/Nm^3 ;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

Volumul real de aer de ardere se determină în funcție de volumul teoretic de aer de ardere și de coeficientul de exces de aer.

Volumul teoretic de aer de ardere rezultă din ecuația stoechiometrică a arderii combustibilului; pentru hidrocarburi de tipul C_nH_{2n+2} avem:

$$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 = nCO_2 + (n+1)H_2O \quad [\text{kmol}]$$

și, ținând seama de compoziția volumică a aerului atmosferic, 21 % oxigen și 79 % azot, rezultă ecuația arderii stoechiometrice a unui kilomol de hidrocarbură în aer atmosferic:

$$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 + 1,881(3n+1)N_2 = nCO_2 + (n+1)H_2O + 1,881(3n+1)N_2 \quad [\text{kmol}]$$

Dacă arderea combustibilului este realizată cu un exces de aer, $\alpha \geq 1$, ecuația arderii devine:

$$\begin{aligned} C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 + 1,881(3n+1)N_2 + (\alpha - 1) \frac{3n+1}{0,42} aer &= \\ = nCO_2 + (n+1)H_2O + 1,881(3n+1)N_2 + (\alpha - 1) \frac{3n+1}{0,42} aer & \quad [\text{kmol}] \end{aligned}$$

sau, dacă ținem seama de compoziția aerului:

$$\begin{aligned} C_nH_{2n+2} + \alpha \frac{3n+1}{2} O_2 + \alpha 1,881(3n+1)N_2 &= \\ = nCO_2 + (n+1)H_2O + \alpha 1,881(3n+1)N_2 + (\alpha - 1) \frac{3n+1}{2} O_2 & \quad [\text{kmol}] \end{aligned}$$

Din consumul de combustibil în l/h se poate determina numărul de kilomoli de combustibil consumați orar:

$$n_B = \frac{B * \rho}{14 * n + (2n + 2) * 1} \quad [\text{kmol/h}]$$

unde:

- B - consumul orar de combustibil, în m^3/h ;
- ρ - densitatea combustibilului, în kg/m^3 ;
- numitorul - masa molară.

Înmulțind termenii cu n_B se obține numărul de kilomoli din fiecare componentă care participă la procesul de ardere, pentru consumul orar de combustibil, B. Dacă ținem seama că volumul unui kilomol de gaz este $22,42 \text{ Nm}^3$ se determină:

- volumul teoretic de aer de ardere:

$$V_{a0} = \frac{3n+1}{0,42} * n_B * 22,42 \quad [\text{Nm}^3/\text{h}]$$

- volumul real de aer de ardere:

$$V_{ar} = \alpha * V_{a0} \quad [\text{Nm}^3/\text{h}]$$

- volumul de gaze de ardere uscate:

$$V_{gu} = [\alpha * (3n+1) * 2,381 - 0,5 * (n+1)] \quad [\text{Nm}^3/\text{h}]$$

- volumul de gaze de ardere umede:

$$V_{gu} = [\alpha * (3n+1) * 2,381 + 0,5 * (n+1)] \text{ [Nm}^3/\text{h]}$$

✚ Căldura introdusă cu apa de răcire a motorului:

$$Q_{ar} = D_a \times CS_{ap\acute{a}} \times T_3 \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- D_a reprezintă debitul de apă de răcire măsurat în Nm^3/h ;
- $CS_{ap\acute{a}}$ reprezintă căldura specifică a apei măsurată în $\text{kJ}/\text{Nm}^3\text{C}$;
- T_3 reprezintă temperatura apei de răcire la intrarea în motor măsurată în $^{\circ}\text{C}$;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare a echipamentului.

✚ Căldura fizică a combustibilului:

$$Q_{cc} = B \times i_{cb} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- B - consumul orar de combustibil, în m^3/h ;
- i_{cb} este entalpia combustibilului măsurată în kJ/Nm^3 la temperatura de intrare a combustibilului;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

FLUXURILE TERMICE DE LA IEȘIRE sunt reprezentate de:

✚ Căldura conținută în apa livrată:

$$Q_{tur} = D \times CS_{ap\acute{a}} \times T_1 \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- D reprezintă debitul de apă pe partea tur măsurat în kg/h ;
- $CS_{ap\acute{a}}$ reprezintă căldura specifică a apei măsurată în kJ/kgC ;
- T_1 reprezintă temperatura apei tur măsurată în $^{\circ}\text{C}$;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

✚ Energia electrică produsă de instalația de cogenerare

Energia electrică produsă de echipament a fost contorizată și transmisă de către beneficiar în vederea elaborării bilanțului termoeenergetic real.

✚ Căldura pierdută; aceasta are mai multe componente și anume:

✚ Pierderi de căldură determinate de căldura conținută de gazele de ardere la ieșirea din echipament:

$$Q_{gu} = B \times i_{gu} \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- B reprezintă debitul orar de combustibil măsurat în Nm^3/h ;
- i_{gu} reprezintă entalpia gazelor arse, măsurată în kJ/Nm^3 ;

- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

Entalpia gazelor de ardere se determină funcție de compoziția acestora, temperatura de evacuare și căldurile specifice ale fiecărei componente; de exemplu, pentru un coeficient de exces de aer, $\alpha = 1,1$ și combustibil gaz metan, relația de calcul a entalpiei este de forma:

$$i_{ga} = \frac{(nc_{CO_2} + (n+1)c_{H_2O} + 1,881\alpha(3n+1)c_{N_2} + 0,5(\alpha-1)(3n+1)c_{O_2})t_{ga} + 0,5(\alpha-1)(3n+1)r}{n + (n+1) + 1,881 * \alpha * (3n+1) + 0,5 * (\alpha-1) * (3n+1)} \text{ kJ / Nm}^3$$

unde:

- c_{CO_2} – căldura specifică a dioxidului de carbon, în $\text{kJ/Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$;
- c_{H_2O} – căldura specifică a vaporilor de apă, în $\text{kJ/Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$;
- c_{N_2} – căldura specifică a azotului, în $\text{kJ/Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$;
- c_{O_2} – căldura specifică a oxigenului, în $\text{kJ/Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$;
- r – căldura latentă de vaporizare a apei, în kJ/Nm^3 .

Toate căldurile specifice se determină la temperatura gazelor de ardere, t_{ga} , iar căldura latentă se determină pentru presiunea de 1 bar.

În tabelul de mai jos se prezintă căldurile specifice ale principalelor componente din gazele de ardere, funcție de temperatură.

Călduri specifice		
Componentă	Căldura specifică, [$\text{kJ/Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$]	
	$t = 100 ^\circ\text{C}$	$t = 200 ^\circ\text{C}$
Bioxid de carbon	1,7105	1,7932
Azot	1,2941	1,2983
Vapori de apă	1,5031	1,5194
Oxigen	1,4275	1,4476

- ✦ Pierderi de căldură prin pereții echipamentului:

$$Q_p = \sum \alpha_i \cdot S_i \cdot (t_{pi} - t_o) \times 3600 \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- S_i este suprafața peretelui considerat măsurată în m^2 ;
- α_i este coeficientul de transmisie a căldurii, prin convecție naturală, de la perete la aerul înconjurător, în $\text{W/m}^2\text{C}$;
- t_{pi} este temperatura peretelui măsurată în $^\circ\text{C}$;
- t_o este temperatura aerului ambiant măsurată în $^\circ\text{C}$;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare al echipamentului.

Pentru determinarea acestor pierderi, se procedează în modul următor:

- se împarte întreaga suprafață exterioară în zone caracteristice – verticale, orizontale, cilindrice, iar acestea în elemente de suprafață de egală temperatură;
- se calculează coeficienții de transmisie a căldurii prin convecție naturală, de la perete la aerul înconjurător, pentru fiecare element de suprafață considerat;
- se determină pierderea de căldură pentru fiecare element;
- se însumează pierderile de căldură ale tuturor elementelor.

Coeficienții de transmisie a căldurii prin convecție se determină din numărul lui Nusselt:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot l}{\lambda}$$

unde:

- l este dimensiunea geomcă determinantă, care se ia egală cu diametrul, pentru pereți cilindrici sau sferici, cu înălțimea pentru pereți verticali, sau cu latura cea mai mică pentru pereți plani orizontali;

- λ este coeficientul de conductibilitate termică al fluidului la temperatura sa medie:

$$t_m = 0,5 \cdot (t_p + t_a)$$

unde:

- t_p este temperatura peretelui pe fața exterioară;
- t_a este temperatura aerului ambiant.

La rândul lui, numărul lui Nusselt se determină din relația specifică convecției naturale în spațiu nelimitat:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n$$

unde valorile lui C și n se determină funcție de produsul $(Gr \cdot Pr)$, conform tabelului 2.2, iar:

$$Gr = \frac{\beta \cdot g \cdot l^3 \cdot (t_p - t_a)}{\nu^2}$$

unde:

- Gr – numărul lui Grasshoff, mărime adimensională;
- Pr – numărul lui Prandl, mărime adimensională, determinată pentru aer, funcție de temperatura lui medie;
- β – coeficientul de dilatare volumică al aerului;
- g – accelerația gravitațională;
- ν – vâscozitatea cinematică a aerului.

Toate mărimile fizice care intervin în relațiile anterioare se determină funcție de temperatura medie.

Valorile lui C și n		
Gr.Pr	C	n
$0 \leq Gr.Pr \leq 10^{-3}$	0,5	0
$10^{-3} \leq Gr.Pr \leq 500$	1,18	1 / 8
$500 \leq Gr.Pr \leq 2 \cdot 10^7$	0,54	1 / 4
$2 \cdot 10^7 \leq Gr.Pr \leq 10^{13}$	0,135	1 / 3

✦ Pierderile de căldură prin apa de răcire a echipamentului:

$$Q_{ar} = D_a \times CS_{apă} \times T_4 \times h \times 10^{-3} \times 0,000278 \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

- D_a reprezintă debitul de apă de răcire măsurat în Nm^3/h ;
- $CS_{apă}$ reprezintă căldura specifică a apei măsurată în $\text{kJ}/\text{Nm}^3\text{C}$;
- T_4 reprezintă temperatura apei de răcire la ieșirea din motor măsurată în C;
- h reprezintă numărul anual de ore de funcționare a echipamentului.

✦ Pierderi de căldură cu combustibilul ners, sau prin ardere incompletă; la arderea combustibililor gazoși sau lichizi se poate considera că aceste pierderi sunt foarte mici și pot fi neglijate.

În final se calculează eroare de închidere a bilanțului termoeenergetic E:

$$E = Q_i - Q_e \quad [\text{MWh/an}]$$

unde:

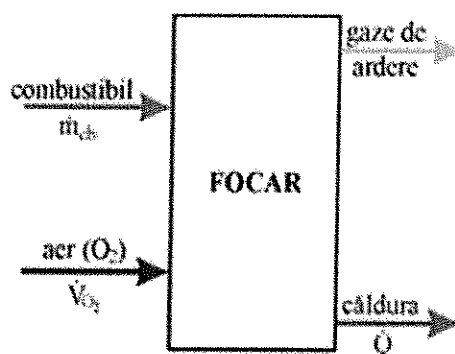
- Q_i reprezintă fluxul de căldură intrat în echipament;
- Q_e reprezintă fluxul de căldură ieșit din echipament.

✦ Căldura eliberată prin arderea combustibililor

Căldura eliberată prin arderea combustibililor se determină pe baza puterii calorifice inferioare a acestora.

Conținutul de căldură al fluidelor din contururile de bilanț se calculează ca produs între cantitatea de masă care trece prin punctul considerat și entalpia fluidului în același punct. Entalpia se găsește în tabele sau se calculează cu ajutorul relațiilor analitice specifice date în manualele de specialitate. Este permis ca pentru hidrocarburile complexe să se calculeze căldurile specifice cu ajutorul relațiilor analitice care pornesc de la structura moleculei și de la legăturile între atomi și/sau radicali.

Pentru a analiza procesul de ardere, sistemul termodinamic în care se produce aceasta, este definit ca în schema din figura alăturată și permite introducerea unor noțiuni foarte importante pentru înțelegerea ulterioară a fenomenelor legate de ardere.



Schema sistemului termodinamic în care se produce arderea

Arderea desfășurată în prezența aerului minim necesar, poartă denumirea de ardere stoichiometrică, sau ardere teoretică.

Gazele de ardere, obținute în urma arderii, conțin în principal bioxid de carbon (CO_2), azot (N_2), apă (H_2O), oxid de carbon (CO), bioxid de sulf (SO_2) etc.

În cazul utilizării combustibililor solizi, în gazele de ardere se întâlnește și funingine, care de fapt reprezintă particule nearse de carbon.

Arderea perfectă, denumită și arderea teoretică este caracterizată prin faptul că gazele de ardere nu conțin elemente chimice combustibile (de exemplu funingine sau CO).

Arderea incompletă mecanică, este caracterizată prin faptul că gazele de ardere conțin particule mecanice combustibile (C).

Arderea incompletă chimică, este caracterizată prin faptul că gazele de ardere conțin gaze combustibile (de exemplu CO).

Prin ardere, energia chimică a combustibililor este eliberată sub formă de căldură, denumită și căldură de reacție (căldură de ardere). Pentru căldura de reacție (căldura de ardere) se utilizează și denumirea de putere calorică (H) a combustibililor.

Ținând seamă că în gazele de ardere există apă (H_2O), provenită din oxidarea hidrogenului sau a hidrocarburilor (C_mH_n), pot să fie definite două tipuri de puteri calorice (călduri de ardere), în funcție de starea de agregare în care se regăsește apa, ca produs final al arderii.

Dacă apa rezultată în urma arderii, se regăsește în gazele de ardere sub formă de vapori, căldura latentă de vaporizare a apei (Q_{vap}) este conținută în gazele de ardere.

Dacă apa rezultată în urma arderii, se regăsește ca produs de ardere sub formă lichidă, căldura de vaporizare a apei (Q_{vap}) este conținută în căldura de reacție.

Puterea calorică (căldura de ardere) superioară (H_s), este căldura de reacție pentru cazul în care aceasta conține căldura de vaporizare a apei (apa reprezintă un produs al arderii în stare lichidă, iar toate produsele arderii sunt obținute în condițiile de temperatură și presiune corespunzătoare stării normale fizice – starea inițială a combustibilului și comburantului, înainte de arderea propriu-zisă).

Puterea calorică (căldura de ardere) inferioară (H_i), este căldura de reacție pentru cazul în care aceasta nu conține căldura de vaporizare a apei, deoarece aceasta se regăsește în gazele de ardere (apa reprezintă un produs al arderii în stare de vapori, iar toate produsele arderii sunt obținute în condițiile de temperatură și presiune corespunzătoare desfășurării arderii).

✦ **Controlul arderii**

Arderea este un proces fizico-chimic extrem de complex, care depinde de condițiile în care se desfășoară, de natura combustibilului, de caracteristicile consumatorului de căldură și de alți factori, fiind practic imposibilă o ardere perfectă. Măsura în care arderea se apropie de perfecțiune, este determinată prin controlul arderii. Această operație se realizează prin determinarea experimentală a compoziției gazelor de ardere și prin determinarea analitică sau grafică a coeficientului excesului de aer. Unul din rezultatele finale al controlului arderii este *determinarea randamentului arderii*.

Pe baza constatărilor efectuate se pot stabili măsuri în vederea îmbunătățirii sau optimizării procesului de ardere. De exemplu absența carbonului și a oxidului de carbon din gazele de ardere denotă o ardere perfectă, dar prezența acestor elemente indică imperfecțiuni. Prezența unor elemente combustibile în gazele de ardere, chiar în proporții reduse, indică o ardere imperfectă din punct de vedere chimic. Experimental s-a constatat că modificarea excesului de aer, de exemplu, poate să îmbunătățească procesul de ardere.

Compoziția gazelor de ardere s-a verificat experimental, prin prelevarea unor probe de gaze arse cu analizorului de gaze MULTILYZER NG.

✦ **Stabilirea pierderilor de căldură prin pereții echipamentelor**

Pentru determinarea pierderilor prin pereții echipamentelor, au fost realizate o serie de capturi de imagine în infraroșu a suprafețelor exterioare ale instalațiilor, utilizând camera de termoviziune Flir E60. Termogramele obținute au fost analizate cu softul de specialitate InfraCAM Reporter 8.5, prezentat sumar în capitolul 3. Astfel, pe fiecare din termograme au fost delimitate suprafețe corespunzătoare fiecărui perete exterior, în așa fel încât, prin conturul trasat direct pe termogramă, să fie evitate cât mai mult radiațiile parazite generate de corpuri și elemente intercalate între operator și suprafața termografiată (conducte, echipamente auxiliare ale instalațiilor etc.).

Imaginea în infraroșu a unui obiect oferă distribuția punctelor în funcție de temperatura acestora pe suprafața obiectului respectiv. Reprezentarea grafică a acestora se realizează cromatic, pe coduri de culoare, în mai multe moduri de vizualizare date de spectrul de culoare atașat scalei de temperatură, astfel încât se obține o imagine în infraroșu a imaginii reale.

Pentru fiecare termogramă softul realizează și afișează o histogramă și un tabel de valori. Histograma prezintă grafic distribuția procentuală în interiorul suprafeței trasate manual pe termograma respectivă a tuturor temperaturilor identificate, cu o rezoluție impusă de dimensiunea intervalului între valoarea minimă și cea maximă de temperatură identificate în interiorul acelei suprafețe. Astfel, abscisa temperaturilor diferă de la o histogramă la alta în funcție de ecartul de

temperaturi la care se referă acesta; cu cât intervalul între valoarea minimă și cea maximă este mai mic, cu atât palierele reprezentate pe histogramă corespund unor valori de temperatură cu rezoluție mai mare. Valorile afișate în tabelul atașat histogramei pot fi de asemenea setate din softul de analiză, principalii param afișați fiind temperatura reflectată, emisivitatea suprafeței termografiate, distanța între operator și aceasta, valorile minime și maxime de temperatură identificate în interiorul suprafeței delimitate pe termogramă, precum și valoarea medie ponderată a tuturor temperaturilor din interiorul acestei suprafețe pe care o determină automat softul de analiză. În funcție de rezultatele obținute în urma termografiei suprafețelor exterioare, fiecare perete exterior al acestuia a fost împărțit în mai multe zone de temperatură, pentru fiecare dintre acestea determinându-se suprafața exactă cu ajutorul aplicației Infracam Reporter. Cunoșcând distribuția spațială procentuală a temperaturilor pe suprafața exterioară, precum și dimensiunile acestuia, se determină pierderile orare de căldură prin convecție și radiație prin suprafețele exterioare.

3.3 Ecuații de bilanț termoeenergetic tehnologic a instalațiilor de conducte

În cadrul acestui subcapitol se prezintă metodologia de calcul a pierderilor de energie termică pentru conductele de transport și distribuție.

3.3.1 Ecuația generală a pierderilor tehnologice de căldură prin radiație/convecție

Expresia generală a pierderii de căldură prin transmisie (radiație/convecție) în conductele pentru transportul și distribuția apei fierbinți este:

$$\Delta Q = q(1 + \beta) \cdot L \cdot 10^{-3} = \frac{t_a - t_0}{R} \cdot (1 + \beta) \cdot L \cdot 10^{-3} [kW]$$

în care:

- q – pierderea specifică de căldură, măsurată în W/m;
- t_a – temperatura apei, măsurată în °C;
- t_0 – temperatura mediului înconjurător, măsurată în °C;
- R – rezistența termică totală la trecerea căldurii, la diferența de temperatură $t_a - t_0$, măsurată în m°C/W;
- β – un coeficient adimensional care ia în considerare pierderile de căldură suplimentare prin armături și elemente de conductă neizolate (obișnuit, $\beta = 0,1$);
- L – lungimea conductei, măsurată în m;

Rezistența termică totală (R) capătă diverse forme în funcție de modul de așezare a conductelor de apă fierbinte (aerian, în exterior sau în încăperi, în pământ, în canale vizitabile sau nevizitabile, ventilate sau neventilate etc.). Aceste forme particulare depind, în principal, de ponderea pe care o are modul de transmitere a căldurii în cazul respectiv, în schimbul total de căldură.

3.3.2 Calculul pierderilor de căldură la conductele aeriene

Pentru conductele aeriene, rezistența termică totală (R) se calculează cu relația:

$$R = R_i + R_p + R_{iz} + R_{sp} + R_e \text{ [m} \cdot \text{°C/W]}$$

în care:

- R_i – rezistența termică la convecție dintre apa fierbinte și peretele interior al conductei;
- R_p – rezistența termică la conducție a materialului peretelui conductei;
- R_{iz} – rezistența termică la conducție a izolației;
- R_{sp} – rezistența termică la conducție a stratului protector;
- R_e – rezistența termică la convecție dintre suprafața exterioară a stratului protector și aer.

La rândul lor, rezistențele termice au următoarele expresii:

$$R_i = \frac{1}{\pi \cdot d_i \cdot \alpha_i}$$
$$R_p = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_p} \cdot \ln \frac{d_e}{d_i}$$
$$R_{iz} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{d_{iz}}{d_e}$$
$$R_{sp} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{sp}} \cdot \ln \frac{d_{sp}}{d_{iz}}$$
$$R_e = \frac{1}{\pi \cdot d_{sp} \cdot \alpha_e}$$

în care:

- d_i, d_e, d_{iz}, d_{sp} – sunt diametrul interior al conductei, diametrul exterior al conductei, diametrul izolației și diametrul stratului protector măsurate în m;
- α_i – coeficientul de transmisie a căldurii prin convecție de la fluidul interior la peretele conductei, măsurat în $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$;
- α_e – coeficientul de transmisie a căldurii prin convecție de la suprafața exterioară a stratului protector la aerul ambiant, măsurat în $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$;
- $\lambda_p, \lambda_{iz}, \lambda_{sp}$ – conductibilitatea termică a materialului peretelui conductei, conductibilitatea termică a materialului stratului de izolație și conductibilitatea termică a materialului stratului protector, măsurate în $\text{W/m}^2 \cdot \text{°C}$.

Coeficientul de transmisie a căldurii prin convecție de la fluidul interior la peretele conductei se determină cu relația:

$$Nu = \frac{\alpha \cdot d_i}{\lambda}$$

unde λ este conductibilitatea termică a fluidului. La rândul lui, numărul lui Nusselt se calculează cu relațiile corespunzătoare convecției forțate în funcție de regimul de curgere care se determină cu ajutorul numărului Reynolds.

Coeficientul de transmisie a căldurii prin convecție de la suprafața exterioară a stratului protector la aerul ambiental se calculează cu relația:

$$\alpha_e = 9,3 + 0,046 \cdot t_e + 6,98 \cdot \sqrt{w} \text{ [W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C]}$$

în care:

- t_e – temperatura suprafeței exterioare a stratului protector, măsurată în $^\circ\text{C}$;
- w – viteza medie a aerului, măsurată în m/s; se poate admite o viteză medie a aerului cuprinsă între 1 și 2 m/s.

Mențiune: În calculele practice, rezistențele R_i și R_p se pot neglija, valorile lor fiind mult mai mici decât ale celorlalte. De asemenea, dacă stratul protector este format din tablă metalică și rezistența sa poate fi neglijată.

3.3.3 Calculul pierderilor de căldură la conductele amplasate în canale subterane

Reprezintă conductele subterane de apă fierbinte care sunt montate în canale din beton, vizitabile sau nevizitabile sau direct în pământ.

În cazul unei conducte montate în canal, rezistența termică totală este:

$$R = R_{iz} + R_e + R_{can}^i + R_{can} + R_{sol} \text{ [m} \cdot ^\circ\text{C/W]}$$

unde:

$$R_{iz} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{iz}} \cdot \ln \frac{d_{iz}}{d_e}$$

$$R_e = \frac{1}{\pi \cdot d_{iz} \cdot \alpha_e}$$

$$R_{can}^i = \frac{1}{\pi \cdot D_e \cdot \alpha_e}$$

$$R_{can} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{can}} \cdot \ln \frac{D_e}{D_i}$$

$$R_{sol} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{sol}} \cdot \ln \frac{De}{Di} \quad , \text{dacă } \frac{h}{De} \geq 2,5$$

sau:

$$R_{sol} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{sol}} \cdot \ln \left(\frac{2h_{tr}}{De} + \sqrt{\left(\frac{2h_{tr}}{De} \right)^2 - 1} \right)$$

dacă:

$$\frac{h}{De} < 2,5 \text{ unde } h_{tr} = h + \frac{\lambda_{sol}}{\alpha_s - \alpha}$$

în plus:

- R_{can}^i – rezistența termică la convecție dintre suprafața interioară a conductei cu aerul interior, măsurată în $m \cdot ^\circ C/W$;
- R_{can} – rezistența termică la conducție a peretelui canalului, măsurată în $m \cdot ^\circ C/W$;
- R_{sol} – rezistența termică la conducție a solului, măsurată în $m \cdot ^\circ C/W$;
- Di, De – diametrul echivalent interior și diametrul echivalent exterior al canalului, măsurat în m, calculat pentru secțiunile necirculare cu relația:

$$Di, e = \frac{4S}{P} [m]$$

- S – secțiunea transversală, măsurată în m^2 ;
- P – perimetrul secțiunii, măsurat în m;
- h_{tr} – adâncimea transformată de așezarea canalului (adâncimea echivalentă) măsurată în m;
- α_{s-a} – coeficientul de convecție de la suprafața solului la aerul înconjurător, măsurat în $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

În calculele aproximative, se poate considera pentru coeficientul de convecție $\alpha_e = 9...10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ C$. Conductivitatea termică a solului λ_{sol} depinde de natura, umiditatea și temperatura solului. Coeficientul de conducție al peretelui canalului λ_{can} depinde de natura materialului și de temperatura acestuia. În tabelul de mai jos se indică o serie de valori pentru λ_{sol} și λ_{can} :

Tipul terenului		λ_{sol} kcal/m. h. grd
Soluri nisipos-argiloase și argiloase		0,7 ... 1,7
Soluri stâncoase		1,8 ... 2,8
Soluri foarte umede		2,0
Soluri umede		1,5
Soluri cu umiditate mijlocie		1,0
Soluri uscate		0,5
Soluri pentru care nu se cunosc date		1,5
Materialul	γ , kgf/cm ³	Λ_{can} kcal/m · h · grd
Beton	1600 ... 2200	1,1 ... 1,3
Cărămidă	1700 ... 1900	0,6 ... 0,75

Temperatura aerului din canal se calculează ținând cont de faptul că în regim stabilizat, căldura cedată de conductă aerului din canal este egală cu căldura pierdută de canal în terenul înconjurător, adică:

$$(1 + \beta) \cdot q_l = q_{can}$$

sau:

$$(1 + \beta) \cdot \frac{t_a - t_c}{R_1} = \frac{t_c - t_0}{R_0}$$

de unde:

$$t_c = \frac{\frac{t_a}{R_1} + \frac{t_0}{(1 + \beta) \cdot R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{(1 + \beta) \cdot R_0}} \quad [^{\circ}C]$$

în care:

- t_c – temperatura aerului din canal măsurată în $^{\circ}C$;
- β – coeficientul pierderilor suplimentare de căldură;
- $R_1 = R_{iz} + R_e$ – rezistența termică totală a conductei între temperaturile t_a și t_0 ;
- $R_0 = R_{can}^i + R_{can} + R_{sol}$ – rezistența termică totală a canalului între temperaturile t_c și t_0 .

În cazul mai multor conducte montate în canale subterane, nevizitabile și neventilate, apare influența termică reciprocă a conductelor, datorită temperaturilor diferite ale agenților termici transportați. Pentru a putea calcula pierderile de căldură, trebuie să se determine temperatura aerului din canal t_c . Deoarece suma pierderilor de căldură ale tuturor conductelor este egală cu cantitatea de căldură cedată de canal terenului, se poate scrie:

$$(1 + \beta) \cdot (q_1 + q_2 + \dots + q_n) = q_{can} \text{ sau } \frac{t_1 - t_c}{R_1} + \frac{t_2 - t_c}{R_2} + \dots + \frac{t_n - t_c}{R_n} = \frac{t_c - t_0}{(1 + \beta) \cdot R_0}$$

de unde se obține expresia temperaturii aerului din canal:

$$t_c = \frac{\frac{t_1}{R_1} + \frac{t_2}{R_2} + \dots + \frac{t_n}{R_n} + \frac{t_0}{(1+\beta)R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} + \frac{1}{(1+\beta)R_0}} [^{\circ}\text{C}]$$

unde:

- $t_1, t_2, \dots, t_n$ – temperaturile agenților termici transportați, măsurate în $^{\circ}\text{C}$;
- $R_1, R_2, \dots, R_n$ – rezistențele termice totale ale conductelor între temperatura agentului termic și temperatura aerului din canal.

Cunoscând temperatura t_0 , pierderea totală de căldură a fiecărei conducte se stabilește cu expresia:

$$\Delta Q_i = q_i \cdot (1 + \beta) \cdot L = \frac{t_i - t_c}{R_i} \cdot (1 + \beta) \cdot L \cdot 10^{-3} [\text{kW}], \text{ unde } i = 1, 2, \dots, n.$$

3.3.4 Calculul pierderilor de căldură la conductele izolate amplasate în pământ

Determinarea pierderii de căldură a unei conducte izolate, montată îngropat în pământ se face cu ajutorul relației generale:

$$\Delta Q = q \cdot (1 + \beta) \cdot L = \frac{t_a - t_0}{R_{iz} + R_{sol}} \cdot (1 + \beta) \cdot L \cdot 10^{-3} [\text{kW}]$$

unde R_{iz} și R_{sol} sunt date de expresiile de mai sus, în care s-au înlocuit D_i , D_e , cu d_{iz} , respectiv d_e . Dacă există un strat protector al izolației termice, la numitorul relației se adaugă R_{sp} . Rezistența termică la trecerea căldurii de la suprafața terenului la aer se neglijează, în relație e consideră $h_r \approx h$.

Temperatura solului t într-un punct de coordonate x, y se calculează cu expresia:

$$t = t_0 + (t_e - t_0) \frac{\ln \frac{x^2 + (y + \sqrt{h^2 + r^2})^2}{x^2 + (y - \sqrt{h^2 + r^2})^2}}{\ln \frac{h + \sqrt{h^2 + r^2}}{r}} [^{\circ}\text{C}]$$

unde t_e este temperatura suprafeței exterioare a conductei izolate măsurată în $^{\circ}\text{C}$.

Deoarece în gospodăria subterană a orașelor se montează și cabluri electrice, trebuie să se evite încălzirea suplimentară a acestora din cauza conductelor termice amplasate în apropiere. Ridicarea temperaturii cablurilor electrice datorită influenței termice a conductelor de termoficare nu trebuie să depășească 5 grade, pentru a nu grăbi procesul de deteriorare a izolației electrice. Din aceste motive, intersecțiile conductelor termice cu rețelele electrice subterane sau zonele de apropiere

mare se tratează în consecință: se întărește izolația termică a conductelor sau chiar se asigură ventilarea canalului termic.

Temperatura suprafeței exterioare a izolației t_e , se obține din ecuația:

$$\frac{t_a - t_e}{R_{iz}} = \frac{t_e - t_0}{R_{sol}}$$

de unde:

$$t_e = \frac{t_a \cdot R_{sol} + t_0 \cdot R_{iz}}{R_{sol} + R_{iz}}$$

3.3.5 Calculul pierderilor masice/volumice de agent termic pe conducte

Relația de calcul pentru pierderile tehnologice masice de apă fierbinte prin conducte este:

$$mpt = \frac{a}{100} \cdot V \text{ [mc/h]}$$

unde:

- a – pierderea masică de apă fierbinte, medie anuală, în condiții normale de funcționare;
- V – volumul rețelei primare/secundare de apă fierbinte.

de unde:

$$V = \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L$$

unde:

- di – diametrul interior al tronsonului de conductă măsurat în m;
- L – lungimea tronsonului de conductă măsurat în m.

Relația de calcul pentru pierderile de energie termică înmagazinată în apa fierbinte este:

$$Q_{pmt} = mpt \cdot cp \cdot (T_{tur} - T_{retur}) \cdot h \cdot 10^{-3} \text{ [MWh/an]}$$

unde:

- mpt – debitul masic de apă fierbinte măsurat în kg/s;
- cp – căldura specifică a apei măsurată în kJ/kg * °C;
- T_{tur} – temperatura agentului termic tur măsurată în °C;
- T_{retur} – temperatura agentului termic retur măsurată în °C;
- h – numărul de ore de funcționare a instalației.

4. BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL

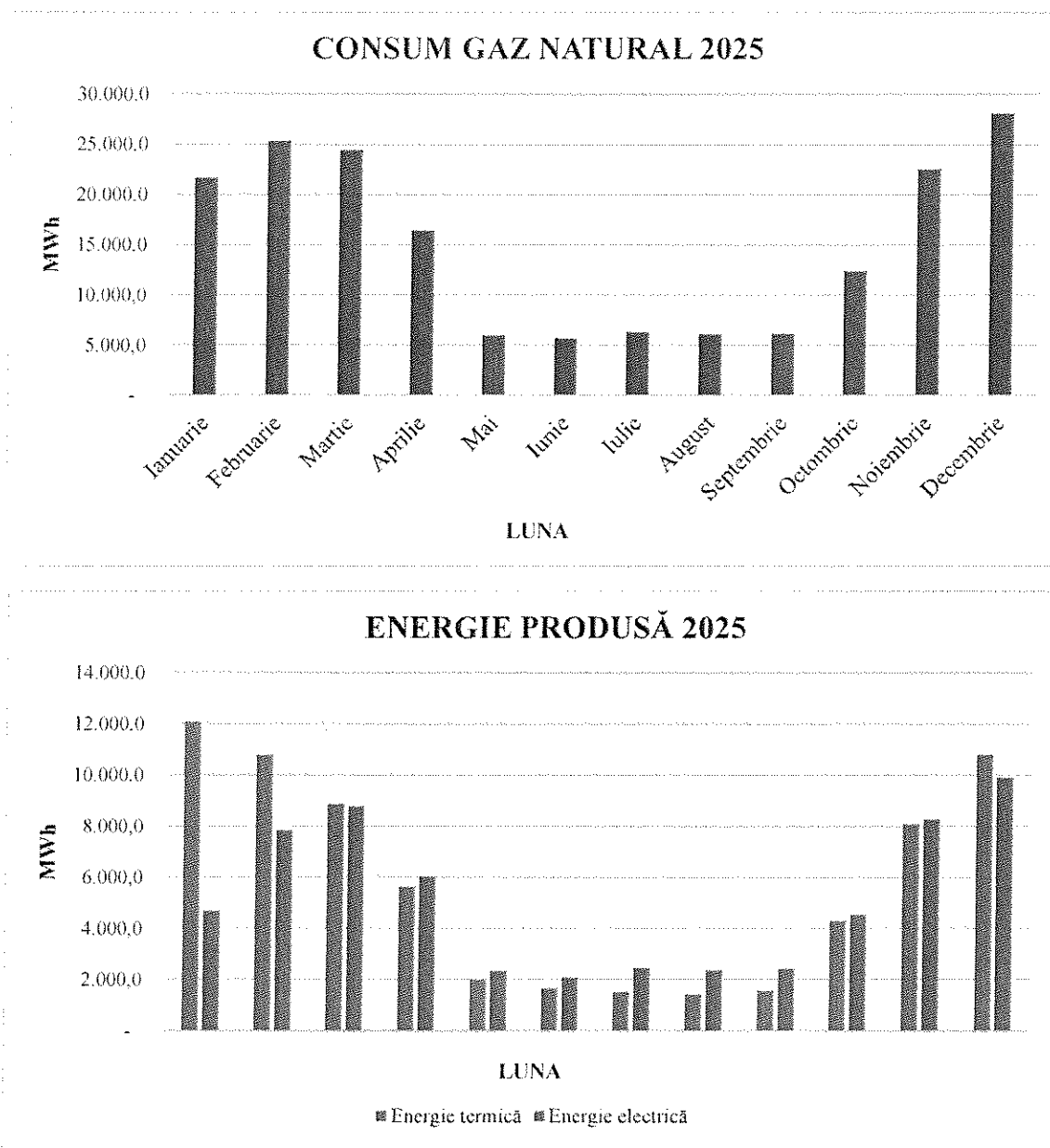
Folosind datele monitorizate și furnizate de către operatorul de termoficare, a măsurătorilor prelevate din teren, precum și a metodologiei prezentate anterior în prezenta lucrare, s-a întocmit bilanțul termoeenergetic real. Acesta include toate fluxurile de energie termică intrate și ieșite din conturul de bilanț și a cantităților masice/volumice de apă de adaos.

Rezultatele obținute sunt centralizate și prezentate mai jos:

4.1 Analiza consumului și a producției de energie

Se prezintă consumul de combustibil și producția de energie a operatorului SACET:

Analiza consumului și a producției de energie						
LUNA	Consum gaz natural		Energie termică produsă		Energie electrică produsă	η
	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[%]
Ianuarie	21.689,1	18.649,3	12.091,9	10.397,2	4.690,5	77,4%
Februarie	25.363,7	21.808,9	10.787,1	9.275,2	7.848,8	73,5%
Martie	24.456,5	21.028,8	8.882,9	7.637,9	8.783,7	72,2%
Aprilie	16.430,3	14.127,5	5.643,2	4.852,3	6.050,2	71,2%
Mai	5.974,3	5.137,0	2.013,6	1.731,4	2.344,8	73,0%
Iunie	5.714,0	4.913,2	1.668,9	1.435,0	2.089,7	65,8%
Iulie	6.336,3	5.448,3	1.536,6	1.321,2	2.470,4	63,2%
August	6.134,1	5.274,4	1.427,7	1.227,6	2.381,9	62,1%
Septembrie	6.180,8	5.314,5	1.571,3	1.351,1	2.444,0	65,0%
Octombrie	12.404,2	10.665,7	4.313,1	3.708,6	4.558,6	71,5%
Noiembrie	22.552,0	19.391,2	8.083,0	6.950,1	8.274,0	72,5%
Decembrie	28.093,9	24.156,4	10.807,5	9.292,8	9.914,4	73,8%
TOTAL	181.329,3	155.915,2	68.826,8	59.180,4	61.851,0	72,1%



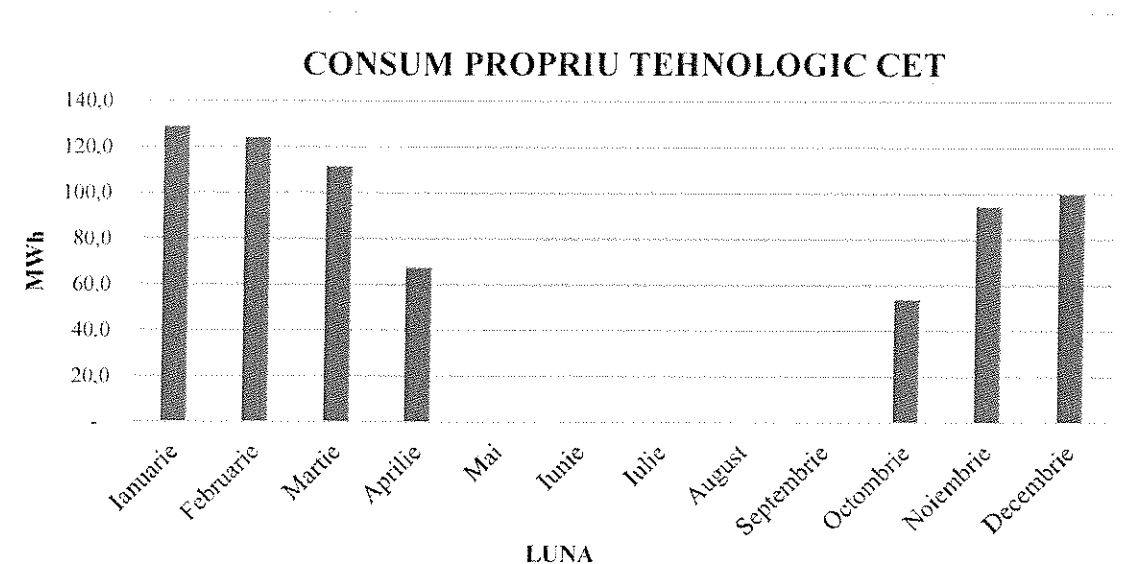
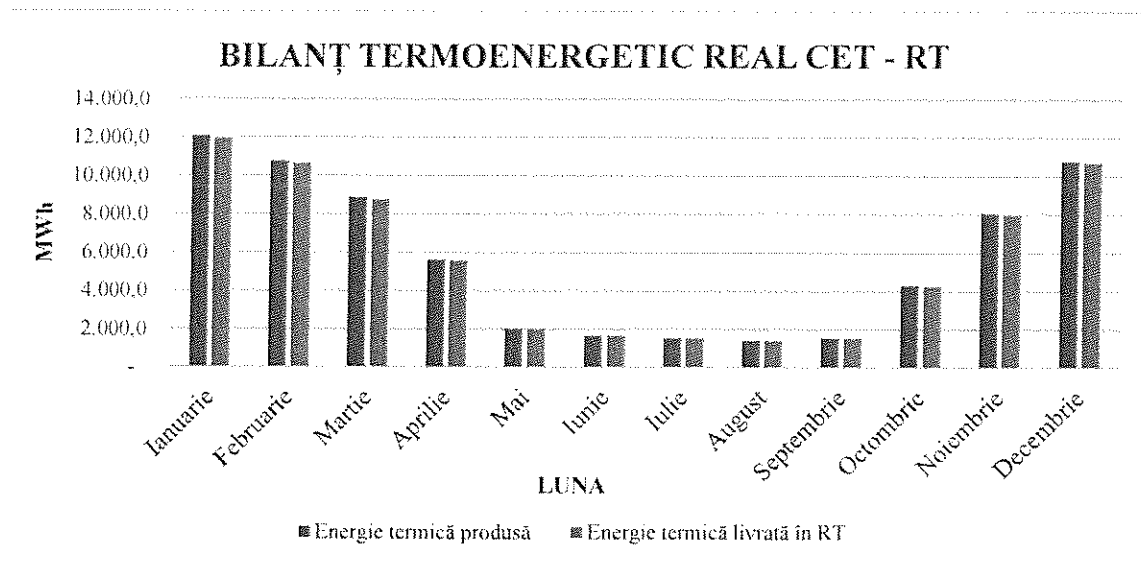
Analiza consumului și a producției de energie la nivelul anului 2025 evidențiază un consum total de gaz natural de **181.329 MWh**, cu valori maxime în lunile reci (decembrie, ianuarie) și minime în perioada de vară (mai–august), reflectând cererea specifică pentru energie termică. Producția totală de energie termică a fost de **68.826,8 MWh/an**, iar cea de energie electrică de **61.851 MWh/an**, energia termică urmând direct evoluția consumului de combustibil, iar energia electrică menținând o distribuție relativ constantă datorită producerii în cogenerare.

Eficiența medie anuală a sistemelor de producere a fost de **72,1%**, iar cele lunare înregistrează valori mai ridicate în lunile de iarnă și mai scăzute în perioada de vară, indicând pierderi mai mari la sarcini reduse. Datele sugerează o funcționare corelată între consum și producție, cu oportunități de optimizare în perioadele cu cerere termică redusă.

4.2 Bilanț termoeenergetic real CET – RT

Se prezintă bilanțul termoeenergetic real a energiei termice produsă în CET și furnizată în rețeaua de transport:

Bilanț termoeenergetic real CET - RT							
LUNA	Energie termică produsă		CPT energie termică CET		Energie termică livrată în RT		η
	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	
Ianuarie	12.091,9	10.397,2	129,0	110,9	11.962,9	10.286,2	97,9%
Februarie	10.787,1	9.275,2	124,3	106,9	10.662,8	9.168,4	97,7%
Martie	8.882,9	7.637,9	111,6	96,0	8.771,3	7.542,0	97,5%
Aprilie	5.643,2	4.852,3	67,5	58,0	5.575,7	4.794,2	97,6%
Mai	2.013,6	1.731,4	0	0	2.013,6	1.731,4	100,0%
Iunie	1.668,9	1.435,0	0	0	1.668,9	1.435,0	100,0%
Iulie	1.536,6	1.321,2	0	0	1.536,6	1.321,2	100,0%
August	1.427,7	1.227,6	0	0	1.427,7	1.227,6	100,0%
Septembrie	1.571,3	1.351,1	0	0	1.571,3	1.351,1	100,0%
Octombrie	4.313,1	3.708,6	54,0	46,4	4.259,1	3.662,2	97,5%
Noiembrie	8.083,0	6.950,1	94,4	81,2	7.988,6	6.869,0	97,7%
Decembrie	10.807,5	9.292,8	100,0	86,0	10.707,5	9.206,8	98,2%
TOTAL	68.826,8	59.180,4	680,8	585,4	68.146,0	58.595,0	98,0%

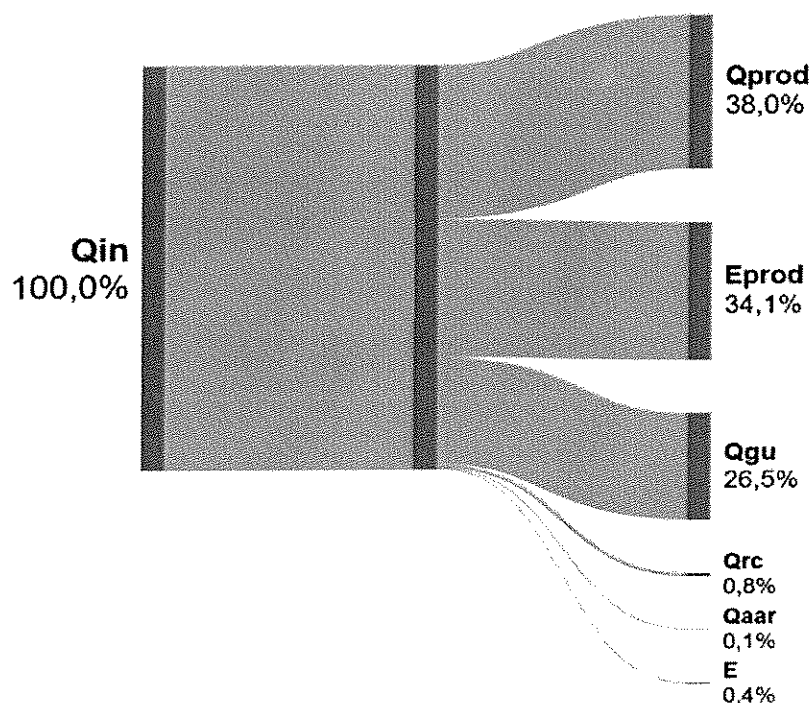


Analiza bilanțului termoeenergetic real CET – RT arată ca energia termică anuală livrată în rețea a reprezentat aproximativ **98%** din energia termică totală produsă. Diferența de până la **100%** este dată de consumul propriu tehnologic al CET-ului. În lunile de vară, când cererea de încălzire a fost redusă, consumul propriu tehnologic a fost **nul**, iar toată energia termică produsă a fost disponibilă pentru livrare.

Se prezintă mai jos bilanțul termoeenergetic real anual, împreună cu diagrama Sankey:

Bilanț termoeenergetic real				
Energia intrată în conturul de bilanț		[MWh/an]	[Gcal/an]	[%]
Energia dezvoltată prin arderea combustibilului	Q _{in}	181.329,3	155.915,2	100%
TOTAL		181.329,3	155.915,2	100%
Energia ieșită din conturul de bilanț		[MWh/an]	[Gcal/an]	[%]
Energia termică produsă	Q _{prod}	68.826,8	59.180,4	38,0%
Energia electrică produsă	E _{prod}	61.851,0	-	34,1%
Căldura pierdută cu gazele de ardere	Q _{gu}	48.052,1	41.317,4	26,5%
Căldura pierdută prin radiație și convecție la nivelul suprafețelor	Q _{rc}	1.539,1	1.323,3	0,8%
Căldura pierdută cu apa de răcire a motoarelor de cogenerare	Q _{aar}	266,3	229,0	0,1%
Eroare închidere bilanț	E	794,0	682,7	0,4%
TOTAL		181.329,3	-	100%

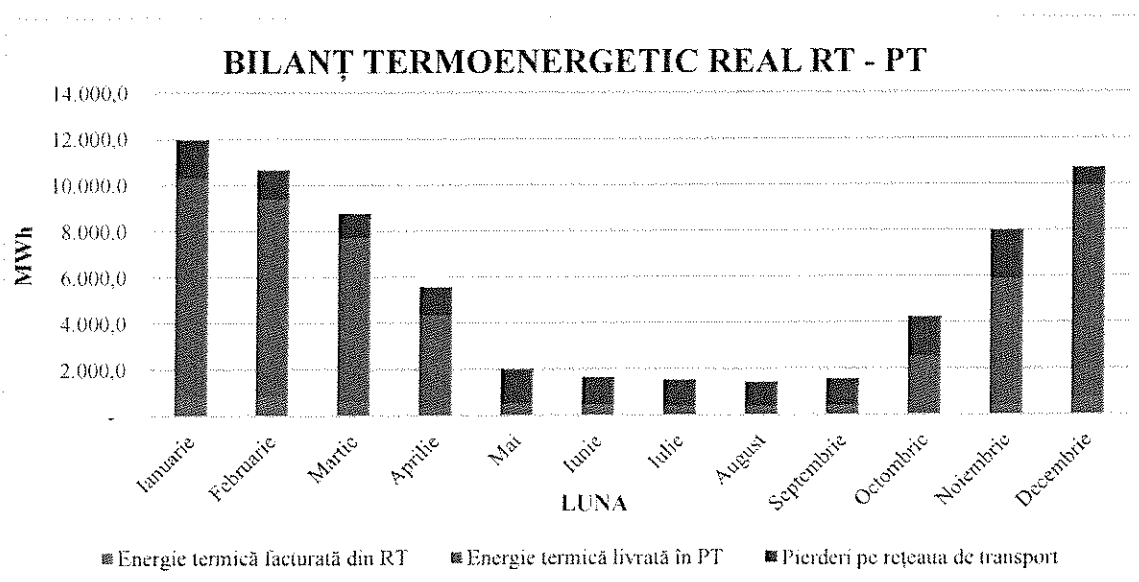
➤ Diagrama Sankey

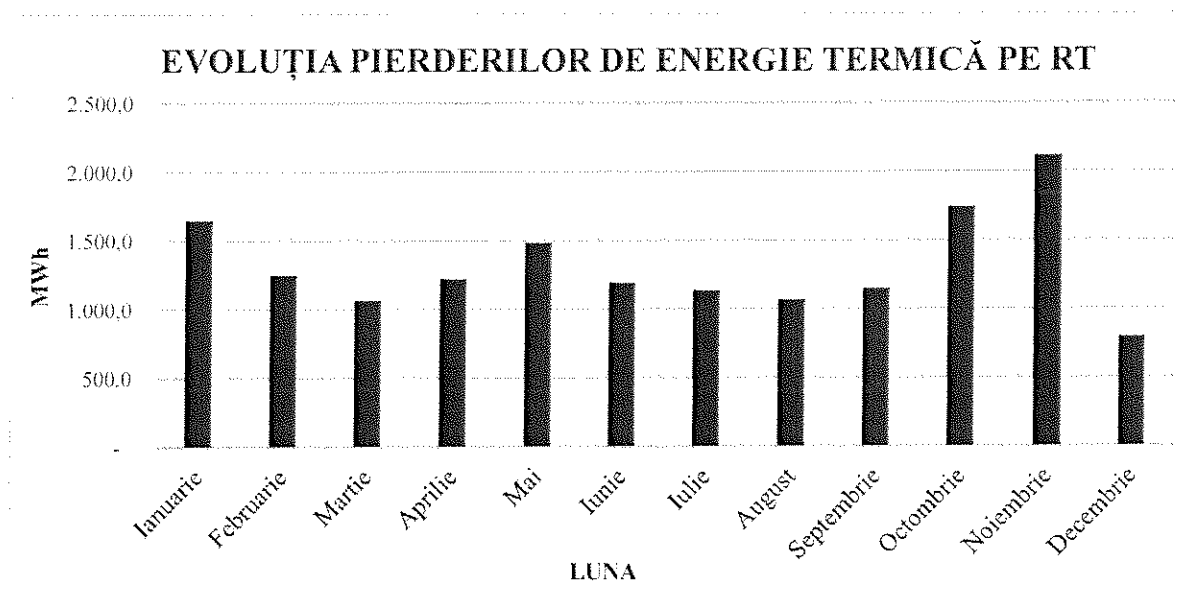


4.3 Bilanț termoeenergetic real RT-PT

Se prezintă bilanțul termoeenergetic real a energiei termice livrate din rețeaua de transport în punctele termice:

Bilanț termoeenergetic real RT - PT									
LUNA	Energie termică livrată în RT		Energie termică facturată din RT		Pierderi pe rețeaua de transport		Energie termică livrată în PT		η
	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	
Ianuarie	11.962,9	10.286,2	833,0	716,2	1.648,2	1.417,2	9.481,7	8.152,8	86,2%
Februarie	10.662,8	9.168,4	851,6	732,2	1.251,0	1.075,6	8.560,3	7.360,5	88,3%
Martie	8.771,3	7.542,0	651,6	560,3	1.067,4	917,8	7.052,3	6.063,9	87,8%
Aprilie	5.575,7	4.794,2	335,9	288,9	1.222,5	1.051,2	4.017,3	3.454,2	78,1%
Mai	2.013,6	1.731,4	26,3	22,6	1.485,2	1.277,1	502,0	431,7	26,2%
Iunie	1.668,9	1.435,0	22,4	19,3	1.193,6	1.026,3	452,9	389,4	28,5%
Iulie	1.536,6	1.321,2	2,4	2,1	1.139,1	979,5	395,0	339,7	25,9%
August	1.427,7	1.227,6	2,4	2,0	1.070,1	920,1	355,2	305,5	25,0%
Septembrie	1.571,3	1.351,1	19,7	16,9	1.147,9	987,0	403,7	347,1	26,9%
Octombrie	4.259,1	3.662,2	166,7	143,3	1.743,2	1.498,9	2.349,2	2.020,0	59,1%
Noiembrie	7.988,6	6.869,0	435,5	374,4	2.118,1	1.821,2	5.435,1	4.673,3	73,5%
Decembrie	10.707,5	9.206,8	752,3	646,9	796,2	684,6	9.159,0	7.875,3	92,6%
TOTAL	68.146,0	58.595,0	4.099,8	3.525,2	15.882,6	13.656,6	48.163,6	41.413,2	76,7%





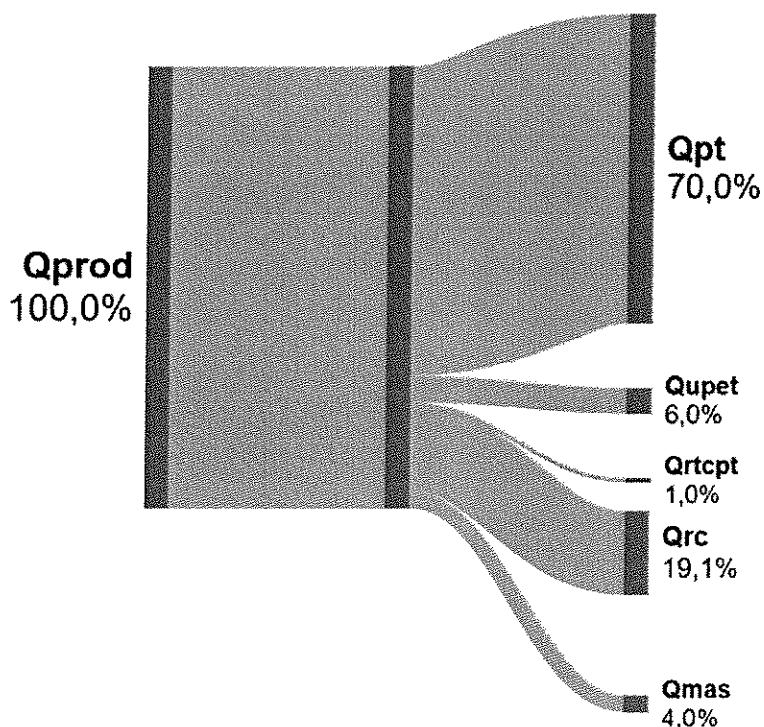
Din totalul energiei termice anuale livrată în rețeaua de transport, aproximativ **76,7%** reprezintă energia termică utilă livrată către punctele termice și energia termică facturată consumatorilor racordați direct la rețeaua principală. Diferența până la **100%** este dată de pierderile de agent termic pe rețeaua de transport.

Randamentul rețelei de transport este mai ridicat în lunile de iarnă față de cele de vară, deoarece fluxurile de agent termic sunt semnificativ mai mari, corespunzând cererii reale de încălzire și de apă caldă de consum. În perioada de vară, cererea pentru încălzire este foarte redusă sau nulă, drept urmare pierderile pe rețeaua de transport rămân relativ constante, iar energia termică utilă facturată consumatorilor este semnificativ mai mică. Acest fenomen este cunoscut sub denumirea de “funcționare în gol” a rețelei.

Se prezintă mai jos bilanțul termoeenergetic real anual, împreună cu diagrama Sankey:

Bilanț termoeenergetic real				
Energia intrată în conturul de bilanț		[MWh/an]	[Gcal/an]	[%]
Energia termică produsă	Qprod	68.826,8	59.180,4	100%
TOTAL		68.826,8	59.180,4	100%
Energia ieșită din conturul de bilanț		[MWh/an]	[Gcal/an]	[%]
Energia termică livrată în PT	Qpt	48.163,7	41.413,3	70,0%
Energia termică facturată din RT	Qupet	4.099,8	3.525,2	6,0%
Energia termică CPT	Qrtcpt	680,8	585,4	1,0%
Pierderi de căldură prin radiație/convecție	Qrc	13.116,8	11.278,4	19,1%
Pierderi de căldură masice	Qmas	2.765,8	2.378,2	4,0%
TOTAL		68.826,9	59.180,5	100%

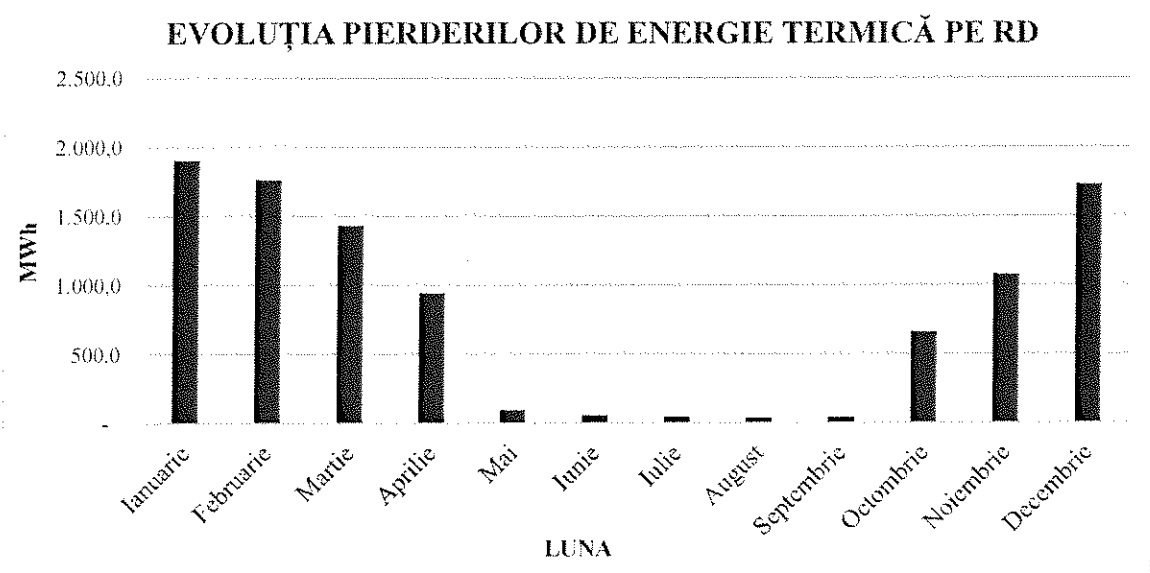
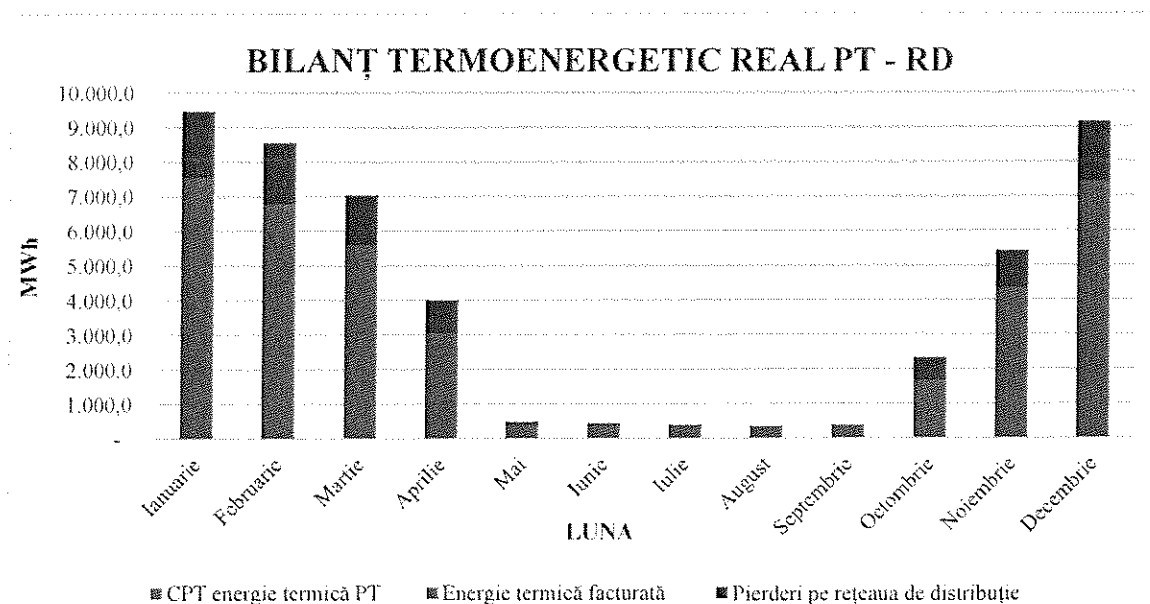
➤ Diagrama Sankey

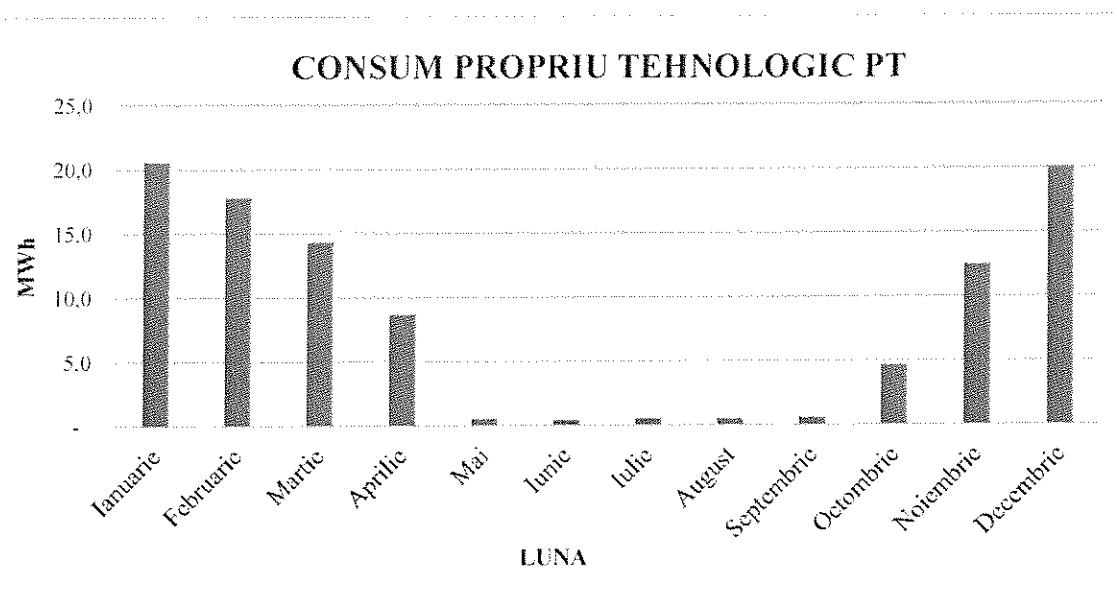


4.4 Bilanțul termoeenergetic real PT – RD

Se prezintă bilanțul termoeenergetic real a energiei termice livrate din punctele termice în rețeaua de distribuție:

Bilanț termoeenergetic real PT - RD									
LUNA	Energie termică livrată în PT		CPT energie termică PT		Pierderi pe rețeaua de distribuție		Energie termică facturată		η
	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	
Ianuarie	9.481,7	8.152,8	20,6	17,7	1.906,6	1.639,3	7.554,6	6.495,8	79,9%
Februarie	8.560,3	7.360,5	17,8	15,3	1.763,1	1.516,0	6.779,4	5.829,3	79,4%
Martie	7.052,3	6.063,9	14,3	12,3	1.432,9	1.232,1	5.605,0	4.819,5	79,7%
Aprilie	4.017,3	3.454,2	8,7	7,5	946,1	813,5	3.062,5	2.633,3	76,4%
Mai	502,0	431,7	0,6	0,5	97,8	84,1	403,7	347,1	80,5%
Iunie	452,9	389,4	0,4	0,4	58,4	50,2	394,0	338,8	87,1%
Iulie	395,0	339,7	0,5	0,5	47,1	40,5	347,3	298,7	88,1%
August	355,2	305,5	0,5	0,4	37,3	32,1	317,4	272,9	89,5%
Septembrie	403,7	347,1	0,6	0,5	40,2	34,6	362,8	312,0	90,0%
Octombrie	2.349,2	2.020,0	4,7	4,0	661,4	568,7	1.683,1	1.447,2	71,8%
Noiembrie	5.435,1	4.673,3	12,5	10,7	1.077,8	926,8	4.344,7	3.735,8	80,2%
Decembrie	9.159,0	7.875,3	20,0	17,2	1.728,7	1.486,4	7.410,2	6.371,6	81,1%
TOTAL	48.163,6	41.413,2	101,2	87,0	9.797,5	8.424,3	38.264,87	32.901,9	79,7%





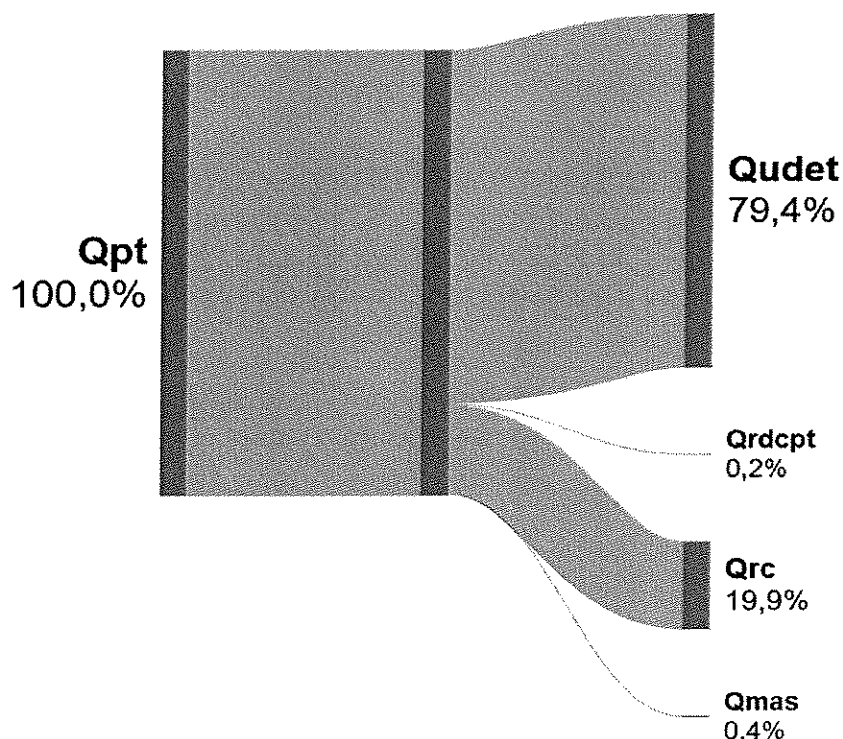
Din totalul energiei termice anuale livrate în punctele termice (PT), aproximativ **79,7%** reprezintă energia termică utilă facturată consumatorilor finali. Diferența până la **100%** este dată de pierderile de energie termică pe rețeaua de distribuție, precum și de consumurile proprii tehnologice ale punctelor termice, necesare pentru funcționarea echipamentelor și asigurarea procesului de distribuție a agentului termic.

Randamentul sistemului de distribuție este influențat de nivelul cererii de energie termică pe parcursul anului. În lunile de iarnă, când fluxurile de agent termic sunt ridicate, corespunzând cererii reale de încălzire și de apă caldă de consum, pierderile procentuale sunt mai reduse raportat la energia totală livrată, iar randamentul se menține la valori relativ constante. În perioada de vară, când cererea de energie termică pentru încălzire este foarte redusă sau nulă, energia termică livrată în punctele termice scade semnificativ, însă pierderile pe rețeaua de distribuție și consumurile proprii tehnologice se mențin la un nivel relativ constant, ceea ce influențează variația randamentului lunar al sistemului.

Se prezintă mai jos bilanțul termoeenergetic real anual, împreună cu diagrama Sankey:

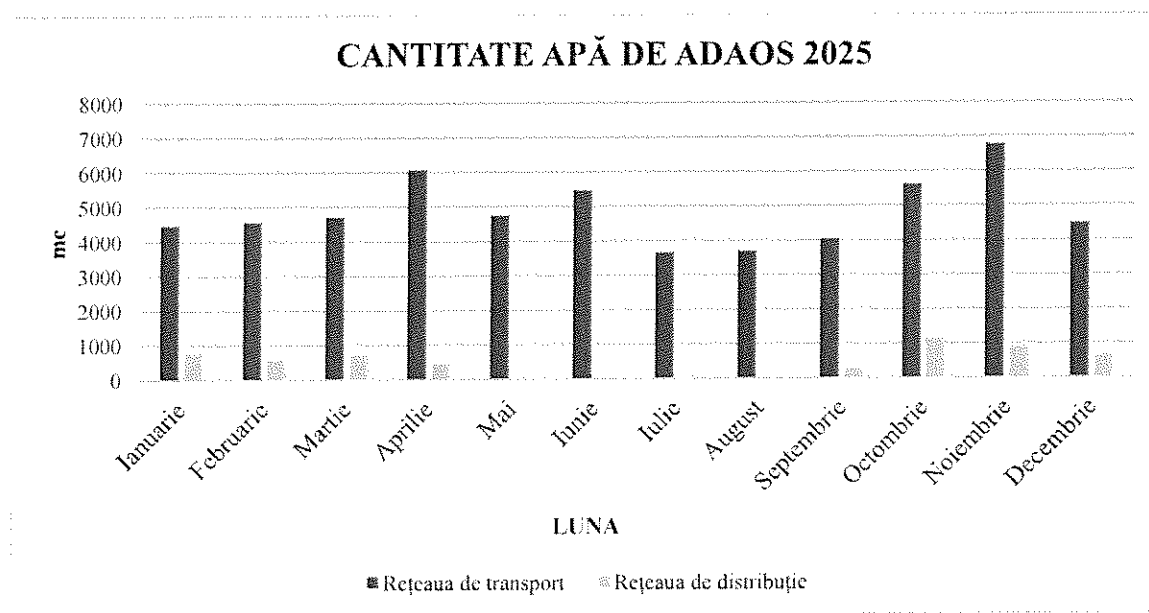
Bilanț termoeenergetic real				
Energia intrată în conturul de bilanț		[MWh/an]	[Gcal/an]	[%]
Energia termică livrată în PT	Qpt	48.163,7	41.413,3	100%
TOTAL		48.163,7	41.413,3	100%
Energia ieșită din conturul de bilanț		[MWh/an]	[Gcal/an]	[%]
Energia termică facturată	Qudet	38.264,9	32.901,9	79,4%
Energia termică CPT	Qrdcpt	101,2	87,0	0,2%
Pierderi de căldură prin radiație/convecție	Qrc	9.601,8	8.256,1	19,9%
Pierderi de căldură masice	Qmas	195,7	168,2	0,4%
TOTAL		48.163,6	41.413,2	100%

➤ Diagrama Sankey



4.5 Analiza consumului de apă de adaos

Cantitate apă de adaos		
Luna	Rețeaua de transport	Rețeaua de distribuție
	[m ³]	[m ³]
Ianuarie	4.480	772
Februarie	4.570	559
Martie	4.712	703
Aprilie	6.083	460
Mai	4.760	0
Iunie	5.479	0
Iulie	3.661	0
August	3.708	0
Septembrie	4.050	260
Octombrie	5.623	1.140
Noiembrie	6.781	892
Decembrie	4.486	641
TOTAL	58.393	5.427



Cantitatea de apă de adaos utilizată în SACET reflectă necesarul de completare a pierderilor de agent termic din rețelele de transport și distribuție. În anul analizat, cantitatea totală de apă de adaos a fost de **58.393 m³** pentru rețeaua de transport și **5.427 m³** pentru rețeaua de

distribuție, valorile fiind semnificativ mai mari în rețeaua de transport datorită dimensiunii și a volumului mai ridicat de agent termic transportat.

Se observă că necesarul de apă de adaos în rețeaua de distribuție apare în principal în lunile din sezonul rece, când sistemul funcționează la parametri ridicați și sunt înregistrate pierderi mai mari de agent termic. În perioada de vară, când funcționarea sistemului este redusă și cererea de energie termică este scăzută, cantitatea de apă de adaos în rețeaua de distribuție este nulă sau foarte redusă.

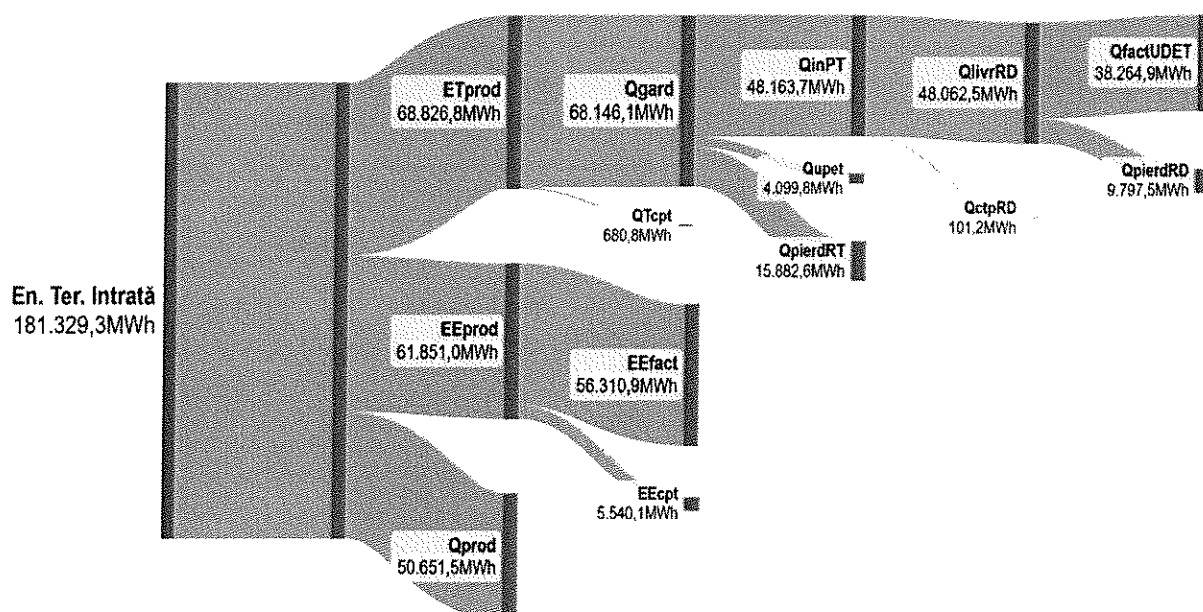
4.6 Bilanțul termooenergetic real total al SACET

Se prezintă bilanțul termooenergetic real total al Sistemului de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) a municipiului Focșani, operat de către S.C. ENTEL. S.A. la nivelul anului 2025, împreună cu diagrama Sankey:

Nr. Crt.	Parametru		Metodă de calcul	Rezultat		
				[Gcal/an]	[MWh/an]	[%]
CET						
1	Consum gaz natural		măsurat	155.915,2	181.329,3	100%
2	Energie electrică produsă		măsurat	-	61.851,0	34,1%
3	Energie termică produsă		măsurat	59.180,4	68.826,8	38,0%
4	Pierderi prin producere		(4) = (1) -((2)+(3))	43.552,4	50.651,5	27,9%
5	-din care pierderi la nivelul gazelor arse		bilanț termooenergetic CET	41.317,4	48.052,1	26,5%
6	CPT energie electrică - producere		măsurat	-	5.540,1	3,1%
7	CPT energie termică - producere		măsurat	585,4	680,8	0,4%
8	Energie termică livrată la gardul centralei		măsurat	58.595,0	68.146,0	37,6%
9	Randament CET					72,1%
REȚEAUA DE TRANSPORT						
10	Energie termică utilă facturată de UPET		măsurat	3.525,2	4.099,8	6,0%
11	Pierderi pe rețeaua de transport	radiație și convecție	măsurat	11.278,4	13.116,8	19,2%
12		masice/volumice	măsurat	2.378,2	2.765,8	4,1%
13	TOTAL			13.656,6	15.882,6	23,3%
14	Cantitatea de apă de adaos în rețeaua de transport		măsurat	[m³/an]	58.393,0	-
15	Temperatura medie a apei de pe circuitul retur - transport		măsurat	[C]	54,0	-
16	Temperatura medie a apei de adaos în rețeaua de transport		media temperaturilor măsurate	[C]	11,0	-
REȚEAUA DE DISTRIBUȚIE						
17	Energie termică intrată în punctele termice		măsurat	41.413,3	48.163,7	70,7%
18	CPT energie termică UDET - distribuție		măsurat	87,0	101,2	0,2%
19	Energia termică livrată în rețeaua de distribuție		(19) = (17) - (18)	41.326,3	48.062,5	99,8%
20	Energie termică utilă facturată de UDET		măsurat	32.901,9	38.264,9	79,6%
21	Pierderi pe rețeaua de distribuție	radiație și convecție	măsurat	8.256,1	9.601,8	20,0%
22		masice/volumice	calculat in funcție de (24), (25), (26)	168,2	195,7	0,4%
23	TOTAL			8.424,3	9.797,5	20,4%
24	Cantitatea de apă de adaos în rețeaua de distribuție		măsurat	[m³/an]	5.427,0	-
25	Temperatura medie a apei de pe circuitul retur - distribuție		măsurat	[C]	42,0	-
26	Temperatura medie a apei de adaos în rețeaua de distribuție		media temperaturilor măsurate	[C]	11,0	-

Nr. Crt.	Parametru	Metodă de calcul	Rezultat		
			[Gcal/an]	[MWh/an]	[%]
27	Pierderi pe rețeaua de distribuție inclusiv PT	(27) = (23) + (18)	8.511,3	9.898,7	20,6%
28	Energie electrică facturată	măsurat	-	56.310,9	31,1%
29	Energie termică facturată în RT și RD	măsurat	32.901,9	38.264,9	21,1%
30	TOTAL ENERGIE FACTURATĂ (electrică + termică)		-	98.675,6	54,4%
Randament global SACET					

➤ Diagrama Sankey



Abrevieri

En. Ter. Intrată	Energia termică dezvoltată prin arderea combustibilului în CET
ETprod	Energia termică produsă CET
Qgard	Energia termică la gardul centralei
QTcpt	Energia termică pentru consum propriu tehnologic CET
Qupet	Energia termică vândută direct din rețeaua de transport
QinPT	Energia termică intrată în punctele termice
QpierdRT	Pierderi de energie pe rețeaua de transport
QlivrRD	Energia termică livrată în rețeaua de distribuție
QcptRD	Energia termică pentru consum propriu tehnologic – distribuție
QfactUDET	Energia termică facturată către consumatorii finali
QpierdRD	Pierderi de energie pe rețeaua de distribuție
EEprod	Energia electrică produsă în cogenerare CET
EEfact	Energie electrică facturată/vândută
EEcpt	Energia electrică pentru consum propriu tehnologic
Qprod	Energia termică pierdută prin producere

5. ANALIZA BILANȚULUI TERMOENERGETIC REAL

Bilanțul termooenergetic real al Sistemului de Alimentare cu Centralizată cu Energie Termică (SACET) evidențiază modul de utilizare a energiei primare introduse în contur, pe întreg lanțul tehnologic: producere, transport și distribuție. Acesta a fost elaborat pe baza datelor de exploatare măsurate, monitorizare și **transmise de beneficiar**, corelate cu determinările și verificările efectuate în teren.

Analiza bilanțului pornește de la energia primară introdusă în sistem prin arderea gazului natural în instalațiile de cogenerare de înaltă eficiență, precum și la nivelul cazanului de abur. Consumul total anual de combustibil a fost de **181.329,3 MWh**, reprezentând **100%** din energia termică intrată în conturul de bilanț. Din această energie, **38%** a fost convertită în energie termică sub formă de apă fierbinte, iar **34,1%** în energie electrică, ceea ce duce la un randament global al CET-ului de aproximativ **72,1%**. Diferența de **27,9%** reprezintă pierderile rezultate în procesul de producere, dintre care cea mai mare pondere îi revine căldurii evacuate cu gazele de ardere.

Energia termică livrată la gardul centralei este de **68.146 MWh**, ceea ce reprezintă aproximativ **37,6%** din energia primară introdusă cu combustibilul. O parte din energia produsă este utilizată pentru consumurile proprii tehnologice ale CET-ului, atât sub formă de energie electrică (**3,1%**), cât și energie termică (**0,4%**) din totalul energetic introdus în contur.

La nivelul **rețelei principale**, din energia termică livrată la gardul centralei, aproximativ **6%** este facturată consumatorilor racordați direct la rețeaua de transport, iar **23,3%** reprezintă pierderile pe rețeaua de transport. Aceste pierderi sunt determinate în principal de transferul de căldură către mediul ambiant prin radiație și convecție (**19,2%**), dar și de pierderile masice/volumice (**4,1%**), asociate scurgerilor de agent termic sau operațiunilor de exploatare. Nivelul ridicat al pierderilor poate fi influențat de vechimea conductelor, degradarea izolațiilor termice, dimensiunile de gabarit ale rețelei de transport, dar și de regimul de funcționare al sistemului. Se poate observa faptul că rețeaua are pierderile de energie relativ constante de la o lună la alta, indiferent de sezonul rece sau cald. Acest lucru se datorează fenomenului de “funcționare în gol” în perioada caldă, atunci când cererea de agent termic este scăzută, iar încărcarea rețelei este ridicată.

La nivelul **punctelor termice** și a **rețelei secundare**, din totalul energetic intrat, aproximativ **79,6%** reprezintă energia termică utilă facturată consumatorilor sub formă de încălzire și apă caldă de consum, în timp ce aproximativ **20,4%** reprezintă pierderile pe rețeaua de distribuție. Acestea includ atât pierderile prin radiație și convecție (**20%**), cât și pierderile masice/volumice (**0,4%**). La acestea, se adaugă și consumurile proprii tehnologice ale punctelor termice (**0,2%**), pierderile finale de energie termică pe rețeaua de distribuție împreună cu punctele termice ajungând la un procent de **20,6%**. Pierderile pe rețeaua de distribuție sunt influențate de starea tehnică a conductelor, calitatea izolațiilor termice, lungimea rețelei, a modului de exploatare a sistemului, dar și de nivelul consumatorilor de energie termică, aflați într-o continuă debranșare de la SACET.

La nivelul întregului sistem, energia electrică și termică totală facturată este de **98.675,6 MWh**, reprezentând aproximativ **54,4%** din energia primară introdusă cu gazul natural în contur. Restul energiei este pierdută în diferitele etape ale procesului tehnologic: producere, transport și distribuție.

Principalele cauze care conduc la nivelul pierderilor înregistrate sunt:

- pierderile termice aferente procesului de producere a energiei;
- vechimea și starea tehnică a conductelor de transport și distribuție;
- supradimensionarea unor segmente de rețea față de consumurile actuale, ceea ce conduce la o funcționare parțială a sistemului la sarcini reduse;
- regimul sezonier de funcționare al SACET, în special în perioada de vară, când necesarul de agent termic este redus, iar cantitatea de energie termică transportată în rețeaua de transport rămâne relativ constantă.

Analiza bilanțului termoeenergetic real evidențiază principalele cauze ale pierderilor de energie termică în conturul analizat și oferă baza pentru identificarea măsurilor tehnice și organizatorice necesare creșterii eficienței energetice a sistemului, prin modernizarea instalațiilor de producere, reabilitarea rețelelor de transport și distribuție și optimizarea regimului de exploatare.

6. BILANȚUL TERMOENERGETIC TEHNOLOGIC

Dispozițiile legale referitoare la calculul pierderilor energetice din Sistemele de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) se bazează pe:

- **Legea nr. 325/2006 cu modificările și completările ulterioare** – stabilește obligativitatea întocmirii documentației și a bilanțului energetic necesare aprobării tarifelor pentru serviciul de transport și distribuție a energiei termice;
- **Ordinul ANRE nr.113/2022** – pentru aprobarea “Procedurii de avizare a documentației privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmite pe baza bilanțului energetic în sistemele de alimentare centralizată cu energie termică”.

Bilanțul termoeconomic tehnologic pentru rețeaua de transport și de distribuție s-a realizat conform metodologiei de calcul descrisă în “**CAPITOLUL 3 – ECUAȚII DE BILANȚ ȘI FORMULE DE CALCUL, subcapitolul 3.3 – Ecuații de bilanț termoeconomic tehnologic a instalațiilor de conducte**”, preluată din literatura de specialitate.

De asemenea, pentru determinarea pierderilor tehnologice în activitățile de transport și distribuție a energiei termice s-au îndeplinit condițiile prevăzute în **Ordinul 113/2022** emis de ANRE:

- Rețeaua are aceeași lungime și configurație ca în situația reală;
- Cantitățile de energie termică livrate la consumatori sunt aceleași ca în situația reală;
- Conductele, armăturile și izolațiile termice sunt în stare bună;
- Metodele și formulele de calcul pentru pierderile tehnologice de energie termică prin radiație/convecție au la bază calculul fluxului termic liniar de la agentul termic care circulă prin conductă la mediul înconjurător în care se află conducta, conform normativelor tehnice aplicabile și/sau specificațiilor tehnice ale furnizorilor de echipamente;
- Pierdere de temperatură este sub valoarea limită de **0,5 K/km**;
- Randamentul izolației termice este mai mare de **80%**;
- Valorile procentuale ale pierderilor sunt calculate raportând valoarea absolută a acestora la energia intrată în rețele, recalculată ca sumă dintre energia termică facturată la consumatori în bilanțul real și valorile absolute ale pierderilor tehnologice prin rețele;
- Pierdere masică de agent termic, medie anuală orară, în condiții normale de funcționare, nu este mai mare de **0,2%** din volumul instalației în funcțiune.

Rețeaua de transport a funcționat continuu pe tot parcursul anului înregistrând un număr de **8.760 ore/an**, din care **3.840 ore** în perioada de vară și **4.920 ore** în perioada de iarnă.

Punctele termice și rețeaua de distribuție au funcționat distinct în funcție de destinația agentului termic: astfel, pentru încălzire s-a înregistrat un număr de **3.926 ore/an**, iar pentru prepararea apei calde de consum, s-au înregistrat **8.760 ore/an**, **4.920 ore** în sezonul rece și **3.840 ore** în perioada de vară.

6.1 Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit TUR – regim iarnă

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Aiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN 125	0,14	0,15	168	80	8	0,01	0,18	0,5	0,651	0,653	0,8	0,55	2,3	2,7
2	îngropată preiz. clasică	DN 150	0,17	0,18	3338	80	8	0,02	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	24,08	101,9	118,5
3	îngropată preiz. clasică	DN 200	0,22	0,23	6910	80	8	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	98,08	414,9	482,6
4	îngropată preiz. clasică	DN 250	0,27	0,29	4896	80	8	0,04	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	79,02	334,3	388,8
5	îngropată preiz. clasică	DN 300	0,32	0,34	9584	80	8	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	194,02	820,8	954,6
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,06	0,07	118	80	8	0,01	0,18	1,2	0,572	0,574	0,8	0,17	0,7	0,8
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	0,08	0,09	740	80	8	0,01	0,18	1,2	0,589	0,591	0,8	1,92	8,1	9,4
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,09	0,10	72	80	8	0,01	0,18	1,2	0,603	0,605	0,8	0,26	1,1	1,3
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	0,11	0,13	720	80	8	0,02	0,18	1,2	0,628	0,630	0,8	4,15	17,6	20,4
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	0,14	0,15	1468	80	8	0,03	0,18	1,2	0,651	0,653	0,8	11,95	50,6	58,8
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	0,17	0,18	2678	80	8	0,04	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	32,94	139,4	162,1
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	0,22	0,23	1526	80	8	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	21,66	91,6	106,6
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	0,27	0,29	1140	80	8	0,05	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	23,22	98,2	114,2
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	0,32	0,34	2594	80	8	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	52,51	222,2	258,4

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	Δsp	Δsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	0,41	0,43	1600	80	8	0,04	0,18	1,2	0,926	0,928	0,8	37,74	159,7	185,7
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	0,52	0,53	3658	80	8	0,05	0,18	1,2	1,029	1,031	0,8	111,73	472,7	549,7
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	0,72	0,73	720	80	8	0,04	0,18	1,2	1,231	1,233	0,8	25,12	106,3	123,6
TOTAL														719,1	3.042,2	3.538,1

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[m³]		[m³/h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN 125	2,58	0,04%	0,001	9,2	10,7
2	îngropată preiz. clasică	DN 150	74,26		0,03	18,1	21,1
3	îngropată preiz. clasică	DN 200	260,53		0,09	41,2	47,9
4	îngropată preiz. clasică	DN 250	286,59		0,10	44,4	51,7
5	îngropată preiz. clasică	DN 300	789,69		0,28	106,8	124,3
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,34		0,0001	8,9	10,4
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	3,37		0,001	9,3	10,8
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,45		0,0002	9,0	10,4
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	7,35		0,00	9,8	11,4
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	22,50		0,01	11,7	13,6
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	59,58		0,02	16,3	19,0
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	57,53		0,02	16,0	18,7
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	66,73		0,02	17,2	20,0
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	213,74		0,07	35,4	41,2
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	213,31		0,07	35,4	41,1
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	761,99		0,27	103,4	120,3
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	290,71		0,10	45,0	52,3
TOTAL			3.111,2		1,1	537,3	624,8

În regim de iarnă, pierderile tehnologice pe circuitul **tur** au fost calculate la **3.538,1 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **624,8 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.2 Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit RETUR – regim iarnă

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN 125	0,14	0,15	168	54	8	0,01	0,18	0,5	0,651	0,653	0,8	0,35	1,5	1,7
2	îngropată preiz. clasică	DN 150	0,17	0,18	3338	54	8	0,02	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	15,39	65,1	75,7
3	îngropată preiz. clasică	DN 200	0,22	0,23	6910	54	8	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	62,66	265,1	308,3
4	îngropată preiz. clasică	DN 250	0,27	0,29	4896	54	8	0,04	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	50,49	213,6	248,4
5	îngropată preiz. clasică	DN 300	0,32	0,34	9584	54	8	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	123,96	524,4	609,9
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,06	0,07	118	54	8	0,01	0,18	1,2	0,572	0,574	0,8	0,11	0,5	0,5
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	0,08	0,09	740	54	8	0,01	0,18	1,2	0,589	0,591	0,8	1,22	5,2	6,0
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,09	0,10	72	54	8	0,01	0,18	1,2	0,603	0,605	0,8	0,16	0,7	0,8
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	0,11	0,13	720	54	8	0,02	0,18	1,2	0,628	0,630	0,8	2,65	11,2	13,0
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	0,14	0,15	1468	54	8	0,03	0,18	1,2	0,651	0,653	0,8	7,64	32,3	37,6
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	0,17	0,18	2678	54	8	0,04	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	21,05	89,0	103,6
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	0,22	0,23	1526	54	8	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	13,84	58,5	68,1
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	0,27	0,29	1140	54	8	0,05	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	14,84	62,8	73,0
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	0,32	0,34	2594	54	8	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	33,55	141,9	165,1
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	0,41	0,43	1600	54	8	0,04	0,18	1,2	0,926	0,928	0,8	24,11	102,0	118,6
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	0,52	0,53	3658	54	8	0,05	0,18	1,2	1,029	1,031	0,8	71,38	302,0	351,2
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	0,72	0,73	720	54	8	0,04	0,18	1,2	1,231	1,233	0,8	16,05	67,9	78,9
TOTAL														459,4	1.943,7	2.260,5

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[m³]		[m³/h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz.clasică	DN 125	2,58	0,04%	0,001	0,2	0,2
2	îngropată preiz.clasică	DN 150	74,26		0,03	5,9	6,8
3	îngropată preiz.clasică	DN 200	260,53		0,09	20,6	24,0
4	îngropată preiz.clasică	DN 250	286,59		0,10	22,7	26,4
5	îngropată preiz.clasică	DN 300	789,69		0,28	62,6	72,8
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,34		0,0001	0,0	0,0
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	3,37		0,001	0,3	0,3
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,45		0,0002	0,0	0,0
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	7,35		0,00	0,6	0,7
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	22,50		0,01	1,8	2,1
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	59,58		0,02	4,7	5,5
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	57,53		0,02	4,6	5,3
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	66,73		0,02	5,3	6,1
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	213,74		0,07	16,9	19,7
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	213,31		0,07	16,9	19,7
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	761,99		0,27	60,4	70,2
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	290,71		0,10	23,0	26,8
TOTAL			3.111,2		1,1	246,5	286,7

În regim de iarnă, pierderile tehnologice pe circuitul **retur** au fost calculate la **2.260,5 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **286,7 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.3 Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit TUR – regim vară

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[°C]	[°C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz.clasică	DN 125	0,14	0,15	168	80	12	0,01	0,18	0,5	0,651	0,653	0,8	0,52	1,7	1,99
2	îngropată preiz.clasică	DN 150	0,17	0,18	3338	80	12	0,02	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	22,74	75,1	87,34
3	îngropată preiz.clasică	DN 200	0,22	0,23	6910	80	12	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	92,63	305,9	355,72
4	îngropată preiz.clasică	DN 250	0,27	0,29	4896	80	12	0,04	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	74,63	246,4	286,59
5	îngropată preiz.clasică	DN 300	0,32	0,34	9584	80	12	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	183,24	605,0	703,65
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,06	0,07	118	80	12	0,01	0,18	1,2	0,572	0,574	0,8	0,16	0,5	0,61
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	0,08	0,09	740	80	12	0,01	0,18	1,2	0,589	0,591	0,8	1,81	6,0	6,95
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,09	0,10	72	80	12	0,01	0,18	1,2	0,603	0,605	0,8	0,24	0,8	0,94

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	0,11	0,13	720	80	12	0,02	0,18	1,2	0,628	0,630	0,8	3,92	12,9	15,05
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	0,14	0,15	1468	80	12	0,03	0,18	1,2	0,651	0,653	0,8	11,29	37,3	43,35
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	0,17	0,18	2678	80	12	0,04	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	31,11	102,7	119,48
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	0,22	0,23	1526	80	12	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	20,46	67,5	78,56
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	0,27	0,29	1140	80	12	0,05	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	21,93	72,4	84,22
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	0,32	0,34	2594	80	12	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	49,60	163,8	190,45
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	0,41	0,43	1600	80	12	0,04	0,18	1,2	0,926	0,928	0,8	35,64	117,7	136,87
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	0,52	0,53	3658	80	12	0,05	0,18	1,2	1,029	1,031	0,8	105,52	348,4	405,21
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	0,72	0,73	720	80	12	0,04	0,18	1,2	1,231	1,233	0,8	23,72	78,3	91,09
TOTAL														679,2	2.242,5	2.608,0

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[m ³]		[m ³ /h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz.clasică	DN 125	2,58	0,04%	0,001	0,2	0,3
2	îngropată preiz.clasică	DN 150	74,26		0,03	6,8	7,9
3	îngropată preiz.clasică	DN 200	260,53		0,09	23,8	27,7
4	îngropată preiz.clasică	DN 250	286,59		0,10	26,2	30,5
5	îngropată preiz.clasică	DN 300	789,69		0,28	72,2	84,0
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,34		0,0001	0,0	0,0
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	3,37		0,0012	0,3	0,4
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,45		0,0002	0,0	0,0
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	7,35		0,00	0,7	0,8
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	22,50		0,01	2,1	2,4
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	59,58		0,02	5,4	6,3
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	57,53		0,02	5,3	6,1
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	66,73		0,02	6,1	7,1
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	213,74		0,07	19,5	22,7
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	213,31		0,07	19,5	22,7
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	761,99		0,27	69,7	81,0
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	290,71		0,10	26,6	30,9
TOTAL			3.111,2		1,1	284,4	330,8

În regim de vară, pierderile tehnologice pe circuitul **tur** au fost calculate la **2.608 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **330,8 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.4 Pierderi tehnologice în rețeaua primară circuit RETUR – regim vară

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	Δsp	Δsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz.clasică	DN 125	0,14	0,15	168	54	12	0,01	0,18	0,5	0,651	0,653	0,8	0,32	1,1	1,23
2	îngropată preiz.clasică	DN 150	0,17	0,18	3338	54	12	0,02	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	14,05	46,4	53,94
3	îngropată preiz.clasică	DN 200	0,22	0,23	6910	54	12	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	57,22	188,9	219,71
4	îngropată preiz.clasică	DN 250	0,27	0,29	4896	54	12	0,04	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	46,10	152,2	177,01
5	îngropată preiz.clasică	DN 300	0,32	0,34	9584	54	12	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	113,18	373,7	434,61
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,06	0,07	118	54	12	0,01	0,18	1,2	0,572	0,574	0,8	0,10	0,3	0,38
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	0,08	0,09	740	54	12	0,01	0,18	1,2	0,589	0,591	0,8	1,12	3,7	4,29
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,09	0,10	72	54	12	0,01	0,18	1,2	0,603	0,605	0,8	0,15	0,5	0,58

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Aiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	0,11	0,13	720	54	12	0,02	0,18	1,2	0,628	0,630	0,8	2,42	8,0	9,30
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	0,14	0,15	1468	54	12	0,03	0,18	1,2	0,651	0,653	0,8	6,97	23,0	26,77
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	0,17	0,18	2678	54	12	0,04	0,18	1,2	0,680	0,682	0,8	19,22	63,5	73,80
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	0,22	0,23	1526	54	12	0,04	0,18	1,2	0,732	0,734	0,8	12,64	41,7	48,52
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	0,27	0,29	1140	54	12	0,05	0,18	1,2	0,787	0,789	0,8	13,55	44,7	52,02
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	0,32	0,34	2594	54	12	0,04	0,18	1,2	0,838	0,840	0,8	30,63	101,1	117,63
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	0,41	0,43	1600	54	12	0,04	0,18	1,2	0,926	0,928	0,8	22,02	72,7	84,54
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	0,52	0,53	3658	54	12	0,05	0,18	1,2	1,029	1,031	0,8	65,18	215,2	250,28
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	0,72	0,73	720	54	12	0,04	0,18	1,2	1,231	1,233	0,8	14,65	48,4	56,26
TOTAL														419,5	1.385,1	1.610,9

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[m³]		[m³/h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN 125	2,58	0,04%	0,001	0,1	0,2
2	îngropată preiz. clasică	DN 150	74,26		0,03	4,2	4,9
3	îngropată preiz. clasică	DN 200	260,53		0,09	14,7	17,1
4	îngropată preiz. clasică	DN 250	286,59		0,10	16,2	18,8
5	îngropată preiz. clasică	DN 300	789,69		0,28	44,6	51,9
6	îngropată preiz. modernizată	DN 50	0,34		0,0001	0,0	0,0
7	îngropată preiz. modernizată	DN 65	3,37		0,0012	0,2	0,2
8	îngropată preiz. modernizată	DN 80	0,45		0,0002	0,0	0,0
9	îngropată preiz. modernizată	DN 100	7,35		0,00	0,4	0,5
10	îngropată preiz. modernizată	DN 125	22,50		0,01	1,3	1,5
11	îngropată preiz. modernizată	DN 150	59,58		0,02	3,4	3,9
12	îngropată preiz. modernizată	DN 200	57,53		0,02	3,2	3,8
13	îngropată preiz. modernizată	DN 250	66,73		0,02	3,8	4,4
14	îngropată preiz. modernizată	DN 300	213,74		0,07	12,1	14,0
15	îngropată preiz. modernizată	DN 400	213,31		0,07	12,0	14,0
16	îngropată preiz. modernizată	DN 500	761,99		0,27	43,0	50,0
17	îngropată preiz. modernizată	DN 700	290,71		0,10	16,4	19,1
TOTAL			3.111,2		1,1	175,7	204,3

În regim de vară, pierderile tehnologice pe circuitul **retur** au fost calculate la **1.610,9 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **204,3 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.5 Pierderi tehnologice totale în rețeaua primară

Pierderi totale rețea primară		
Pierderi tehnologice conducte tur	[Gcal/an]	5.284,8
	[MWh/an]	6.146,2
Pierderi tehnologice conducte retur	[Gcal/an]	3.328,7
	[MWh/an]	3.871,3
Pierderi tehnologice totale conducte	[Gcal/an]	8.613,5
	[MWh/an]	10.017,5
Volum magistrală	[m³]	3.111,2
Masă apă de adaos	[kg/h]	4.355,7
Pierderi masice în apa de adaos tur	[Gcal/an]	821,6
	[MWh/an]	955,6
Pierderi masice în apa de adaos retur	[Gcal/an]	422,1
	[MWh/an]	491,0
Pierderi masice totale în apa de adaos	[Gcal/an]	1.243,8
	[MWh/an]	1.446,5

Pierderi totale rețea primară		
Pierderi totale pe rețeaua de transport (convecție/radiație)	[Gcal/an]	8.613,5
	[MWh/an]	10.017,5
Pierderi totale pe rețeaua de transport (MV)	[Gcal/an]	1.243,8
	[MWh/an]	1.446,5
Pierderi totale rețea primară	[Gcal/an]	9.857,3
	[MWh/an]	11.464,0

Pierderile tehnologice totale determinate pentru rețeaua de transport sunt estimate la **11.464 MWh/an**, din care **10.017,5 MWh/an** prin radiație și convecție și **1.446,5 MWh/an** pierderi masice/volumice.

6.6 Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit încălzire – TUR

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	λsp	λsol	điz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN32	0,037	0,042	5132	54	8	0,003	0,18	1,2	0,16	0,17	0,8	3,37	11,37	13,22
2	îngropată preiz. clasică	DN40	0,042	0,048	4730	54	8	0,004	0,18	1,2	0,19	0,19	0,8	3,83	12,94	15,05
3	îngropată preiz. clasică	DN50	0,053	0,060	5688	54	8	0,005	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	7,33	24,73	28,76
4	îngropată preiz. clasică	DN65	0,066	0,076	5714	54	8	0,006	0,18	1,2	0,20	0,20	0,8	11,28	38,09	44,29
5	îngropată preiz. clasică	DN80	0,078	0,089	6658	54	8	0,008	0,18	1,2	0,21	0,21	0,8	19,24	64,94	75,53
6	îngropată preiz. clasică	DN100	0,102	0,114	6910	54	8	0,010	0,18	1,2	0,21	0,22	0,8	33,40	112,76	131,14
7	îngropată preiz. clasică	DN125	0,127	0,140	6960	54	8	0,015	0,18	1,2	0,26	0,27	0,8	50,21	169,49	197,12
8	îngropată preiz. clasică	DN150	0,154	0,168	3106	54	8	0,021	0,18	1,2	0,29	0,29	0,8	35,02	118,22	137,49
9	îngropată preiz. clasică	DN200	0,203	0,219	1142	54	8	0,030	0,18	1,2	0,34	0,35	0,8	21,49	72,55	84,38
10	îngropată preiz. modernizată	DN25	0,026	0,032	40	54	8	0,002	0,18	1,2	0,15	0,16	0,8	0,01	0,04	0,05
11	îngropată preiz. modernizată	DN32	0,033	0,040	2332	54	8	0,002	0,18	1,2	0,16	0,17	0,8	1,17	3,95	4,59
12	îngropată preiz. modernizată	DN40	0,041	0,050	9102	54	8	0,002	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	5,36	18,11	21,06
13	îngropată preiz. modernizată	DN50	0,051	0,063	11208	54	8	0,004	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	13,20	44,55	51,81
14	îngropată preiz. modernizată	DN65	0,061	0,075	8254	54	8	0,005	0,18	1,2	0,20	0,20	0,8	13,50	45,57	53,00
15	îngropată preiz. modernizată	DN80	0,074	0,090	6452	54	8	0,007	0,18	1,2	0,21	0,22	0,8	16,52	55,76	64,85

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	dc	L	Ta	To	Δiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	AQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
16	îngropată preiz. modernizată	DN100	0,090	0,110	6588	54	8	0,009	0,18	1,2	0,23	0,24	0,8	24,67	83,27	96,85
17	îngropată preiz. modernizată	DN125	0,115	0,140	8215	54	8	0,012	0,18	1,2	0,26	0,27	0,8	48,08	162,31	188,76
18	îngropată preiz. modernizată	DN150	0,131	0,160	5709	54	8	0,015	0,18	1,2	0,28	0,29	0,8	45,47	153,48	178,50
19	îngropată preiz. modernizată	DN200	0,184	0,225	1462	54	8	0,016	0,18	1,2	0,32	0,33	0,8	18,95	63,98	74,41
20	îngropată preiz. modernizată	PEX25	0,020	0,025	116	54	8	0,001	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	0,02	0,06	0,07
21	îngropată preiz. modernizată	PEX40	0,033	0,040	272	54	8	0,002	0,18	1,2	0,11	0,12	0,8	0,13	0,43	0,50
22	îngropată preiz. modernizată	PEX50	0,041	0,050	4950	54	8	0,002	0,18	1,2	0,12	0,13	0,8	3,56	12,03	14,00
23	îngropată preiz. modernizată	PEX63	0,051	0,063	1760	54	8	0,002	0,18	1,2	0,13	0,14	0,8	1,48	5,01	5,83
24	îngropată preiz. modernizată	PEX75	0,061	0,075	3749	54	8	0,002	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	3,58	12,08	14,05
25	îngropată preiz. modernizată	PEX90	0,074	0,090	2884	54	8	0,005	0,18	1,2	0,17	0,18	0,8	7,03	23,74	27,61
26	îngropată preiz. modernizată	PEX110	0,090	0,110	2737	54	8	0,005	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	8,57	28,94	33,66
TOTAL														396,5	1.338,4	1.556,6

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[mc]		[mc/h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN32	5,43	0,2%	0,0109	1,96	2,28
2	îngropată preiz. clasică	DN40	6,62		0,0132	2,39	2,78
3	îngropată preiz. clasică	DN50	12,31		0,0246	4,45	5,17
4	îngropată preiz. clasică	DN65	19,43		0,0389	7,02	8,16
5	îngropată preiz. clasică	DN80	31,65		0,0633	11,43	13,30
6	îngropată preiz. clasică	DN100	56,80		0,1136	20,52	23,86
7	îngropată preiz. clasică	DN125	87,61		0,1752	31,65	36,81
8	îngropată preiz. clasică	DN150	57,93		0,1159	20,93	24,34
9	îngropată preiz. clasică	DN200	36,85		0,0737	13,31	15,48
10	îngropată preiz. modernizată	DN25	0,02		0,00004	0,01	0,01
11	îngropată preiz. modernizată	DN32	1,95		0,0039	0,70	0,82
12	îngropată preiz. modernizată	DN40	11,90		0,0238	4,30	5,00
13	îngropată preiz. modernizată	DN50	23,26		0,0465	8,40	9,77
14	îngropată preiz. modernizată	DN65	24,44		0,0489	8,83	10,27
15	îngropată preiz. modernizată	DN80	27,45		0,0549	9,92	11,53
16	îngropată preiz. modernizată	DN100	41,91		0,0838	15,14	17,61
17	îngropată preiz. modernizată	DN125	84,74		0,1695	30,61	35,60
18	îngropată preiz. modernizată	DN150	76,71		0,1534	27,71	32,23
19	îngropată preiz. modernizată	DN200	38,88		0,0778	14,04	16,33
20	îngropată preiz. modernizată	PEX25	0,04		0,0001	0,01	0,02
21	îngropată preiz. modernizată	PEX40	0,23		0,0005	0,08	0,10
22	îngropată preiz. modernizată	PEX50	6,47		0,0129	2,34	2,72
23	îngropată preiz. modernizată	PEX63	3,65		0,0073	1,32	1,53
24	îngropată preiz. modernizată	PEX75	11,10		0,0222	4,01	4,66
25	îngropată preiz. modernizată	PEX90	12,27		0,0245	4,43	5,16
26	îngropată preiz. modernizată	PEX110	17,41		0,0348	6,29	7,32
TOTAL			697,0		1,394	251,8	292,9

În regim de iarnă, pierderile tehnologice pe circuitul de încălzire tur au fost calculate la **1.556,6 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **292,9 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.7 Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit încălzire – RETUR

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Aiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN32	0,037	0,042	5132	42	8	0,003	0,18	1,2	0,16	0,17	0,8	2,49	8,40	9,77
2	îngropată preiz. clasică	DN40	0,042	0,048	4730	42	8	0,004	0,18	1,2	0,19	0,19	0,8	2,83	9,56	11,12
3	îngropată preiz. clasică	DN50	0,053	0,060	5688	42	8	0,005	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	5,41	18,28	21,26
4	îngropată preiz. clasică	DN65	0,066	0,076	5714	42	8	0,006	0,18	1,2	0,20	0,20	0,8	8,34	28,15	32,74
5	îngropată preiz. clasică	DN80	0,078	0,089	6658	42	8	0,008	0,18	1,2	0,21	0,21	0,8	14,22	48,00	55,82
6	îngropată preiz. clasică	DN100	0,102	0,114	6910	42	8	0,010	0,18	1,2	0,21	0,22	0,8	24,69	83,35	96,93
7	îngropată preiz. clasică	DN125	0,127	0,140	6960	42	8	0,015	0,18	1,2	0,26	0,27	0,8	37,11	125,28	145,70
8	îngropată preiz. clasică	DN150	0,154	0,168	3106	42	8	0,021	0,18	1,2	0,29	0,29	0,8	25,88	87,38	101,62
9	îngropată preiz. clasică	DN200	0,203	0,219	1142	42	8	0,030	0,18	1,2	0,34	0,35	0,8	15,89	53,63	62,37
10	îngropată preiz. modernizată	DN25	0,026	0,032	40	42	8	0,002	0,18	1,2	0,15	0,16	0,8	0,01	0,03	0,04
11	îngropată preiz. modernizată	DN32	0,033	0,040	2332	42	8	0,002	0,18	1,2	0,16	0,17	0,8	0,86	2,92	3,39
12	îngropată preiz. modernizată	DN40	0,041	0,050	9102	42	8	0,002	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	3,96	13,38	15,57
13	îngropată preiz. modernizată	DN50	0,051	0,063	11208	42	8	0,004	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	9,75	32,92	38,29
14	îngropată preiz. modernizată	DN65	0,061	0,075	8254	42	8	0,005	0,18	1,2	0,20	0,20	0,8	9,98	33,68	39,17
15	îngropată preiz. modernizată	DN80	0,074	0,090	6452	42	8	0,007	0,18	1,2	0,21	0,22	0,8	12,21	41,22	47,94

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
16	îngropată preiz. modernizată	DN100	0,090	0,110	6588	42	8	0,009	0,18	1,2	0,23	0,24	0,8	18,23	61,55	71,58
17	îngropată preiz. modernizată	DN125	0,115	0,140	8215	42	8	0,012	0,18	1,2	0,26	0,27	0,8	35,54	119,97	139,52
18	îngropată preiz. modernizată	DN150	0,131	0,160	5709	42	8	0,015	0,18	1,2	0,28	0,29	0,8	33,60	113,44	131,93
19	îngropată preiz. modernizată	DN200	0,184	0,225	1462	42	8	0,016	0,18	1,2	0,32	0,33	0,8	14,01	47,29	55,00
20	îngropată preiz. modernizată	PEX25	0,020	0,025	116	42	8	0,001	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	0,01	0,05	0,05
21	îngropată preiz. modernizată	PEX40	0,033	0,040	272	42	8	0,002	0,18	1,2	0,11	0,12	0,8	0,09	0,32	0,37
22	îngropată preiz. modernizată	PEX50	0,041	0,050	4950	42	8	0,002	0,18	1,2	0,12	0,13	0,8	2,63	8,89	10,34
23	îngropată preiz. modernizată	PEX63	0,051	0,063	1760	42	8	0,002	0,18	1,2	0,13	0,14	0,8	1,10	3,70	4,31
24	îngropată preiz. modernizată	PEX75	0,061	0,075	3749	42	8	0,002	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	2,65	8,93	10,39
25	îngropată preiz. modernizată	PEX90	0,074	0,090	2884	42	8	0,005	0,18	1,2	0,17	0,18	0,8	5,20	17,55	20,41
26	îngropată preiz. modernizată	PEX110	0,090	0,110	2737	42	8	0,005	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	6,34	21,39	24,88
TOTAL														293,1	989,3	1.150,5

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[m³]		[m³/h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	DN32	5,43	0,2%	0,0109	1,45	1,69
2	îngropată preiz. clasică	DN40	6,62		0,0132	1,77	2,05
3	îngropată preiz. clasică	DN50	12,31		0,0246	3,29	3,82
4	îngropată preiz. clasică	DN65	19,43		0,0389	5,19	6,03
5	îngropată preiz. clasică	DN80	31,65		0,0633	8,45	9,83
6	îngropată preiz. clasică	DN100	56,80		0,1136	15,17	17,64
7	îngropată preiz. clasică	DN125	87,61		0,1752	23,39	27,21
8	îngropată preiz. clasică	DN150	57,93		0,1159	15,47	17,99
9	îngropată preiz. clasică	DN200	36,85		0,0737	9,84	11,44
10	îngropată preiz. modernizată	DN25	0,02		0,00004	0,01	0,01
11	îngropată preiz. modernizată	DN32	1,95		0,0039	0,52	0,60
12	îngropată preiz. modernizată	DN40	11,90		0,0238	3,18	3,70
13	îngropată preiz. modernizată	DN50	23,26		0,0465	6,21	7,22
14	îngropată preiz. modernizată	DN65	24,44		0,0489	6,53	7,59
15	îngropată preiz. modernizată	DN80	27,45		0,0549	7,33	8,52
16	îngropată preiz. modernizată	DN100	41,91		0,0838	11,19	13,02
17	îngropată preiz. modernizată	DN125	84,74		0,1695	22,63	26,31
18	îngropată preiz. modernizată	DN150	76,71		0,1534	20,48	23,82
19	îngropată preiz. modernizată	DN200	38,88		0,0778	10,38	12,07
20	îngropată preiz. modernizată	PEX25	0,04		0,0001	0,01	0,01
21	îngropată preiz. modernizată	PEX40	0,23		0,0005	0,06	0,07
22	îngropată preiz. modernizată	PEX50	6,47		0,0129	1,73	2,01
23	îngropată preiz. modernizată	PEX63	3,65		0,0073	0,98	1,13
24	îngropată preiz. modernizată	PEX75	11,10		0,0222	2,96	3,45
25	îngropată preiz. modernizată	PEX90	12,27		0,0245	3,28	3,81
26	îngropată preiz. modernizată	PEX110	17,41		0,0348	4,65	5,41
TOTAL			697,0		1,394	186,13	216,46

În regim de iarnă, pierderile tehnologice pe circuitul de încălzire retur au fost calculate la **1.150,5 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **216,46 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.8 Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit ACM – regim iarnă

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Aiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	11/4"	0,037	0,042	3714	46	8	0,001	0,18	1,2	0,05	0,06	0,8	2,27	9,61	11,17
2	îngropată preiz. clasică	11/2"	0,042	0,048	2983	46	8	0,001	0,18	1,2	0,06	0,06	0,8	2,47	10,43	12,13
3	îngropată preiz. clasică	2"	0,053	0,060	3693	46	8	0,001	0,18	1,2	0,07	0,08	0,8	4,96	20,98	24,40
4	îngropată preiz. clasică	21/2"	0,063	0,073	3075	46	8	0,001	0,18	1,2	0,08	0,09	0,8	5,52	23,37	27,18
5	îngropată preiz. clasică	3"	0,078	0,089	4211	46	8	0,001	0,18	1,2	0,10	0,10	0,8	10,06	42,57	49,51
6	îngropată preiz. clasică	4"	0,102	0,114	5344	46	8	0,002	0,18	1,2	0,12	0,13	0,8	26,80	113,37	131,85
7	îngropată preiz. modernizată	PEX25	0,020	0,025	4922	46	8	0,001	0,18	1,2	0,10	0,10	0,8	0,97	4,08	4,75
8	îngropată preiz. modernizată	PEX32	0,026	0,032	15660	46	8	0,001	0,18	1,2	0,10	0,11	0,8	4,94	20,91	24,32
9	îngropată preiz. modernizată	PEX40	0,033	0,040	11259	46	8	0,002	0,18	1,2	0,11	0,12	0,8	5,80	24,54	28,54
10	îngropată preiz. modernizată	PEX50	0,041	0,050	8634	46	8	0,003	0,18	1,2	0,12	0,13	0,8	6,91	29,25	34,02
11	îngropată preiz. modernizată	PEX63	0,051	0,063	7032	46	8	0,004	0,18	1,2	0,13	0,14	0,8	8,51	36,00	41,87
12	îngropată preiz. modernizată	PEX75	0,061	0,075	5055	46	8	0,004	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	6,93	29,30	34,07
13	îngropată preiz. modernizată	PEX90	0,074	0,090	2507	46	8	0,004	0,18	1,2	0,16	0,17	0,8	3,93	16,62	19,33
14	îngropată preiz. modernizată	PEX110	0,090	0,110	1029	46	8	0,004	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	1,88	7,96	9,25
15	îngropată preiz. modernizată	1"	0,025	0,030	4769	46	8	0,001	0,18	1,2	0,10	0,11	0,8	1,35	5,70	6,62

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Aiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	AQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
16	îngropată preiz. modernizată	11/4"	0,032	0,034	3432	46	8	0,002	0,18	1,2	0,10	0,11	0,8	1,60	6,77	7,88
17	îngropată preiz. modernizată	11/2"	0,040	0,045	4708	46	8	0,003	0,18	1,2	0,11	0,12	0,8	3,24	13,70	15,93
18	îngropată preiz. modernizată	2"	0,050	0,057	3824	46	8	0,004	0,18	1,2	0,13	0,13	0,8	4,32	18,27	21,25
19	îngropată preiz. modernizată	21/2"	0,065	0,076	1520	46	8	0,004	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	2,10	8,90	10,35
20	îngropată preiz. modernizată	3"	0,080	0,089	1409	46	8	0,004	0,18	1,2	0,16	0,16	0,8	2,19	9,26	10,77
21	îngropată preiz. modernizată	4"	0,100	0,108	70	46	8	0,004	0,18	1,2	0,18	0,18	0,8	0,13	0,53	0,62
TOTAL														106,9	452,1	525,8

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[m³]		[m³/h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	11/4"	3,93	0,2%	0,0079	1,469	1,709
2	îngropată preiz. clasică	11/2"	4,17		0,0083	1,560	1,815
3	îngropată preiz. clasică	2"	7,99		0,0160	2,990	3,477
4	îngropată preiz. clasică	21/2"	9,49		0,0190	3,551	4,130
5	îngropată preiz. clasică	3"	20,02		0,0400	7,487	8,707
6	îngropată preiz. clasică	4"	43,92		0,0878	16,427	19,105
7	îngropată preiz. modernizată	PEX25	1,61		0,0032	0,602	0,700
8	îngropată preiz. modernizată	PEX32	8,31		0,0166	3,109	3,616
9	îngropată preiz. modernizată	PEX40	9,40		0,0188	3,515	4,088
10	îngropată preiz. modernizată	PEX50	11,29		0,0226	4,222	4,910
11	îngropată preiz. modernizată	PEX63	14,59		0,0292	5,457	6,347
12	îngropată preiz. modernizată	PEX75	14,97		0,0299	5,598	6,510
13	îngropată preiz. modernizată	PEX90	10,67		0,0213	3,989	4,639
14	îngropată preiz. modernizată	PEX110	6,55		0,0131	2,448	2,847
15	îngropată preiz. modernizată	1"	2,34		0,0047	0,876	1,018
16	îngropată preiz. modernizată	11/4"	2,76		0,0055	1,032	1,201
17	îngropată preiz. modernizată	11/2"	5,92		0,0118	2,213	2,573
18	îngropată preiz. modernizată	2"	7,51		0,0150	2,808	3,266
19	îngropată preiz. modernizată	21/2"	5,04		0,0101	1,886	2,194
20	îngropată preiz. modernizată	3"	7,08		0,0142	2,649	3,081
21	îngropată preiz. modernizată	4"	0,55		0,0011	0,206	0,239
TOTAL			198,1		0,3962	74,09	86,17

În regim de iarnă, pierderile tehnologice pe circuitul de alimentare cu apă caldă de consum au fost calculate la **525,8 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **86,17 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.9 Pierderi tehnologice în rețeaua secundară circuit ACM – regim vară

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Δiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	11/4"	0,037	0,042	3714	46	12	0,0005	0,18	1,2	0,05	0,06	0,8	2,03	6,71	7,80
2	îngropată preiz. clasică	11/2"	0,042	0,048	2983	46	12	0,0006	0,18	1,2	0,06	0,06	0,8	2,21	7,29	8,47
3	îngropată preiz. clasică	2"	0,053	0,060	3693	46	12	0,0008	0,18	1,2	0,07	0,08	0,8	4,44	14,65	17,04
4	îngropată preiz. clasică	2 1/2"	0,063	0,073	3075	46	12	0,0009	0,18	1,2	0,08	0,09	0,8	4,94	16,32	18,98
5	îngropată preiz. clasică	3"	0,078	0,089	4211	46	12	0,001	0,18	1,2	0,10	0,10	0,8	9,00	29,73	34,57
6	îngropată preiz. clasică	4"	0,102	0,114	5344	46	12	0,0017	0,18	1,2	0,12	0,13	0,8	23,98	79,17	92,07
7	îngropată preiz. modernizată	PEX25	0,020	0,025	4922	46	12	0,001	0,18	1,2	0,10	0,10	0,8	0,86	2,85	3,32
8	îngropată preiz. modernizată	PEX32	0,026	0,032	15660	46	12	0,0014	0,18	1,2	0,10	0,11	0,8	4,42	14,60	16,98
9	îngropată preiz. modernizată	PEX40	0,033	0,040	11259	46	12	0,002	0,18	1,2	0,11	0,12	0,8	5,19	17,14	19,93
10	îngropată preiz. modernizată	PEX50	0,041	0,050	8634	46	12	0,0027	0,18	1,2	0,12	0,13	0,8	6,19	20,42	23,75
11	îngropată preiz. modernizată	PEX63	0,051	0,063	7032	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,13	0,14	0,8	7,61	25,14	29,24
12	îngropată preiz. modernizată	PEX75	0,061	0,075	5055	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	6,20	20,46	23,79
13	îngropată preiz. modernizată	PEX90	0,074	0,090	2507	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,16	0,17	0,8	3,52	11,61	13,50

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	di	de	L	Ta	To	Λiz	λsp	λsol	diz	dsp	h	ΔQ		
			[m]	[m]	[m]	[C]	[C]	[W/mK]	[W/mK]	[W/mK]	[m]	[m]	[m]	[kW]	[Gcal/an]	[MWh/an]
14	îngropată preiz. modernizată	PEX110	0,090	0,110	1029	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,18	0,19	0,8	1,68	5,56	6,46
15	îngropată preiz. modernizată	1"	0,025	0,030	4769	46	12	0,0013	0,18	1,2	0,10	0,11	0,8	1,20	3,98	4,63
16	îngropată preiz. modernizată	1 1/4"	0,032	0,034	3432	46	12	0,002	0,18	1,2	0,10	0,11	0,8	1,43	4,73	5,50
17	îngropată preiz. modernizată	1 1/2"	0,040	0,045	4708	46	12	0,0025	0,18	1,2	0,11	0,12	0,8	2,90	9,57	11,12
18	îngropată preiz. modernizată	2"	0,050	0,057	3824	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,13	0,13	0,8	3,86	12,76	14,84
19	îngropată preiz. modernizată	2 1/2"	0,065	0,076	1520	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,15	0,15	0,8	1,88	6,22	7,23
20	îngropată preiz. modernizată	3"	0,080	0,089	1409	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,16	0,16	0,8	1,96	6,46	7,52
21	îngropată preiz. modernizată	4"	0,100	0,108	70	46	12	0,0035	0,18	1,2	0,18	0,18	0,8	0,11	0,37	0,43
TOTAL														95,6	315,7	367,2

Nr. Crt.	Amplasare	Denumire	Volum rețea	Pierdere admisă	Pierderi MV		
			[m³]		[m³h]	[Gcal/an]	[MWh/an]
1	îngropată preiz. clasică	11/4"	3,93	0,2%	0,0079	1,026	1,193
2	îngropată preiz. clasică	11/2"	4,17		0,0083	1,090	1,267
3	îngropată preiz. clasică	2"	7,99		0,0160	2,088	2,428
4	îngropată preiz. clasică	21/2"	9,49		0,0190	2,480	2,884
5	îngropată preiz. clasică	3"	20,02		0,0400	5,228	6,080
6	îngropată preiz. clasică	4"	43,92		0,0878	11,472	13,342
7	îngropată preiz. modernizată	PEX25	1,61		0,0032	0,420	0,489
8	îngropată preiz. modernizată	PEX32	8,31		0,0166	2,171	2,525
9	îngropată preiz. modernizată	PEX40	9,40		0,0188	2,454	2,854
10	îngropată preiz. modernizată	PEX50	11,29		0,0226	2,948	3,429
11	îngropată preiz. modernizată	PEX63	14,59		0,0292	3,811	4,432
12	îngropată preiz. modernizată	PEX75	14,97		0,0299	3,909	4,546
13	îngropată preiz. modernizată	PEX90	10,67		0,0213	2,786	3,240
14	îngropată preiz. modernizată	PEX110	6,55		0,0131	1,710	1,988
15	îngropată preiz. modernizată	1"	2,34		0,0047	0,611	0,711
16	îngropată preiz. modernizată	11/4"	2,76		0,0055	0,721	0,838
17	îngropată preiz. modernizată	11/2"	5,92		0,0118	1,545	1,797
18	îngropată preiz. modernizată	2"	7,51		0,0150	1,961	2,281
19	îngropată preiz. modernizată	21/2"	5,04		0,0101	1,317	1,532
20	îngropată preiz. modernizată	3"	7,08		0,0142	1,850	2,151
21	îngropată preiz. modernizată	4"	0,55		0,0011	0,144	0,167
TOTAL			198,1		0,396	51,742	60,2

În regim de vară, pierderile tehnologice pe circuitul de alimentare cu apă caldă de consum au fost calculate la **367,2 MWh/an** prin radiație și convecție, respectiv **60,2 MWh/an** pentru pierderile masice/volumice.

6.10 Pierderi tehnologice totale în rețeaua secundară

Pierderi totale rețea secundară					
Încălzire			Apă caldă menajeră		
Pierderi tehnologice conducte tur	[Gcal/an]	1.338,4	Pierderi tehnologice conducte iarna	[Gcal/an]	452,1
	[MWh/an]	1.556,6		[MWh/an]	525,8
Pierderi tehnologice conducte retur	[Gcal/an]	1.150,5	Pierderi tehnologice conducte vara	[Gcal/an]	315,7
	[MWh/an]	1.338,1		[MWh/an]	367,2
Pierderi tehnologice totale conducte	[Gcal/an]	2.488,9	Pierderi tehnologice totale conducte	[Gcal/an]	767,8
	[MWh/an]	2.894,6		[MWh/an]	893,0
Volum magistrală	[m³]	697,0	Volum magistrală	[m³]	198,1
Masă apă de adaos	[kg/h]	2.788,2	Masă apă de adaos	[kg/h]	792,5
Pierderi masice în apa de adaos tur	[Gcal/an]	251,8	Pierderi masice în apa de adaos iarna	[Gcal/an]	74,1
	[MWh/an]	292,9		[MWh/an]	86,2
Pierderi masice în apa de adaos retur	[Gcal/an]	186,1	Pierderi masice în apa de adaos vara	[Gcal/an]	51,7
	[MWh/an]	216,5		[MWh/an]	60,2
Pierderi totale masice în apa de adaos	[Gcal/an]	437,9	Pierderi totale masice în apa de adaos	[Gcal/an]	125,8
	[MWh/an]	509,3		[MWh/an]	146,3
Pierderi totale circuit încălzire	[Gcal/an]	2.926,9	Pierderi totale apă caldă menajeră	[Gcal/an]	893,7
	[MWh/an]	3.404,0		[MWh/an]	1.039,4
Pierderi totale radiație/convecție	[Gcal/an]	3.256,8	Pierderi totale masice/volumice	[Gcal/an]	563,8
	[MWh/an]	3.787,6		[MWh/an]	655,7
Pierderi totale rețea secundară				[Gcal/an]	3.820,6
				[MWh/an]	4.443,3

Pierderile tehnologice totale determinate pentru rețeaua de distribuție sunt estimate la **4.443,3 MWh/an** din care **3.787,6 MWh/an** reprezintă pierderi prin **radiație și convecție**, iar **655,7 MWh/an** pierderi **masice/volumice**. Din totalul pierderilor înregistrate pe rețeaua secundară, **3.404,0 MWh/an** sunt aferente circuitului de **încălzire**, iar **1.039,4 MWh/an** preparării **apei calde de consum**.

7. ANALIZA COMPARATIVĂ BILANȚ REAL – BILANȚ TEHNOLOGIC

Pornind de la rezultatele obținute în bilanțurile termoeenergetice reale și a bilanțurilor termoeenergetice tehnologice, prezentate în capitolele anterioare, se pot formula o serie de concluzii privind regimul de funcționare al echipamentelor și instalațiilor din cadrul SACET Focșani, precum și modul de utilizare al surselor energetice. Analiza comparativă a celor două bilanțuri permite identificarea zonelor cu pierderi semnificative, diferențele între valorile normate și cele reale și baza stabilirii planului de măsuri și acțiuni în vederea eficientizării energetice.

Bilanțul termoeenergetic real evidențiază modul de utilizare a energiei primare introduse în contur, pe întreg lanțul tehnologic de producere, transport și distribuție a agentului termic. Acesta a fost elaborat pe baza datelor de exploatare măsurate, monitorizate și transmise de către beneficiar, corelate cu determinările și verificările efectuate în teren. Bilanțul real reflectă condițiile reale de funcționare, inclusiv variațiile de sarcină, opririle neplanificate, consumul propriu tehnologic, pierderile accidentale și funcționarea în gol a rețelei.

Bilanțul termoeenergetic tehnologic a fost realizat conform metodologiei descrise în *CAPITOLUL 3 – Ecuații de bilanț și formule de calcul, subcapitolul 3.3 – Ecuații de bilanț termoeenergetic tehnologic a instalațiilor de conducte*. Pentru determinarea pierderilor tehnologice în activitățile de transport și distribuție a energiei termice, s-au respectat condițiile prevăzute în **Ordinul ANRE 113/2022**:

- Rețeaua are aceeași lungime și configurație ca în situația reală;
- Cantitățile de energie termică livrate la consumatori sunt aceleași ca în situația reală;
- Conductele, armăturile și izolațiile termice sunt în stare bună;
- Metodele și formulele de calcul pentru pierderile tehnologice de energie termică prin radiație/convecție au la bază calculul fluxului termic liniar de la agentul termic care circulă prin conductă la mediul înconjurător în care se află conducta, conform normativelor tehnice aplicabile și/sau specificațiilor tehnice ale furnizorilor de echipamente;
- Pierdere de temperatură este sub valoarea limită de **0,5 K/km**;
- Randamentul izolației termice este mai mare de **80%**;
- Valorile procentuale ale pierderilor sunt calculate raportând valoarea absolută a acestora la energia intrată în rețele, recalculată ca sumă dintre energia termică facturată la consumatori în bilanțul real și valorile absolute ale pierderilor tehnologice prin rețele;
- Pierdere masică de agent termic, medie anuală orară, în condiții normale de funcționare, nu este mai mare de **0,2%** din volumul instalației în funcțiune.

Rețeaua de transport a funcționat continuu pe tot parcursul anului înregistrând un număr de **8.760 ore/an**, din care **3.840 ore** în perioada de vară și **4.920 ore** în perioada de iarnă.

Punctele termice și rețeaua de distribuție au funcționat distinct în funcție de destinația agentului termic: astfel, pentru încălzire s-a înregistrat un număr de **3.926 ore/an**, iar pentru prepararea apei calde de consum, s-au înregistrat **8.760 ore/an**, **4.920 ore** în sezonul rece și **3.840 ore** în perioada de vară.

1. Producere: CET,CT, CTZ racordate la RT				
Parametru	UM	Determinare	Bilanț real	Bilanț tehnologic
Energie primară intrată în centrale (cu combustibilul)	MWh/an	(1) = (3) + (5) + (7)	181.329,3	
	%	(2) = 100 %	100%	
Pierderi de producere (electrice și termice)	MWh/an	(3) -capitol 4/pag. 39 & 43	56.872,4	
	%	(4) = 100 x (3) / (1)	31,4%	
- din care, pierderi cu gazele de ardere la coș	MWh/an	(3.1) -capitol 4/pag. 43	48.052,1	
	%	(4.1) = 100 x (3.1) / (1)	26,5%	
Energie electrică facturată	MWh/an	(5) -capitol 4 /pag. 54	56.310,9	
	%	(6) = 100 x (5) / (1)	31,1%	
Energie termică livrată în RT	MWh/an	(7) -capitol 4/pag. 41	68.146,0	
	%	(8) = 100 x (7) / (1)	37,6%	
2. Transport: RT				
Energie intrată	MWh/an	(9) = (11) + (13) + (15)	68.146,0	58.272,0
	%	(10) = 100 %	100%	100%
Pierderi în RT (inclusiv MT, dacă e cazul)	MWh/an	(11) -capitol 4/pag. 44 & 45 & 46	15.882,6	11.464,0
	%	(12) = 100 x (11) / (9)	23,3%	19,7%
- din care, pierderi prin radiație/ convecție	MWh/an	(11.1) -capitol 4/pag.46	13.116,8	10.017,5
	%	(12.1) = 100 x (11.1) / (9)	19,2%	17,2%
Energie termică vândută la consumatori din RT (direct și/sau prin MT)	MWh/an	(13) -capitol 4/pag. 44 & 46	4.099,8	4.099,8
	%	(14) = 100 x (13) / (9)	6,0%	7,0%
Energie termică livrată în RD	MWh/an	(15) -capitol 4/pag. 46 & 47 & 50	48.163,7	42.708,2
	%	(16) = 100 x (15) / (9)	70,7%	73,3%
3. Distribuție: RD racordată la RT				
Energie intrată	MWh/an	(17) = (19) + (21) [= (15)]	48.163,7	42.708,2
	%	(18) = 100 %	100%	100%
Pierderi în RD (inclusiv PT/ST)	MWh/an	(19) -capitol 4/pag. 47 & 50	9.898,7	4.443,3
	%	(20) = 100 x (19) / (17)	20,6%	10,4%
- din care, pierderi prin radiație/ convecție	MWh/an	(19.1) -capitol 4/pag. 50	9.601,8	3.787,6
	%	(20.1) = 100 x (19.1) / (17)	19,9%	8,9%
Energie termică vândută la consumatori din RD	MWh/an	(21) -capitol 4/pag. 47 & 50	38.264,9	38.264,9
	%	(22) = 100 x (21) / (17)	79,4%	89,6%

7.1 Rețeaua de transport

Pierderile totale reale în rețeaua de transport au fost de 15.882,6 MWh/an (**23,3%**), față de 11.464,0 MWh/an (**19,7%**) în situația tehnologică. Diferența între valorile reale și cele normate se pot datora funcționării în gol a rețelei de transport în perioada de vară, deteriorării izolației conductelor, pierderilor accidentale, precum și variației cererii de agent termic cauzate de debransările continue a consumatorilor de la rețea, ceea ce rezultă la o supradimensionare a rețelei în comparație cu cererea, lucruri care afectează performanța energetică a SACET.

7.2 Rețeaua de distribuție

În rețeaua de distribuție, pierderile totale reale au fost de 9.898,7 MWh/an (inclusiv PT) adică un procent de aproximativ **20,6%**, comparativ cu 4.443,3 MWh/an (**10,4%**) în bilanțul tehnologic. Această diferență poate fi atribuită variației de agent termic pentru încălzire și apă caldă de consum, deteriorării izolației conductelor față de situația normată, a funcționării în gol a rețelei și a debransărilor consumatorilor de la rețea, ceea ce conduce la supradimensionarea instalației.

7.3 Concluzii

Analiza comparativă între bilanțurile reale și tehnologice evidențiază faptul că pierderile reale în transport și distribuție depășesc valorile normate, fiind posibil generate de factorii de exploatare: funcționarea în gol, degradarea izolării, pierderi accidentale, variații de debit, temperatură și debransările continue a consumatorilor. Bilanțul tehnologic oferă un reper pentru evaluarea eficienței energetice și planificarea măsurilor de optimizare, iar bilanțul real reflectă condițiile concrete de funcționare și consum.

Implementarea măsurilor de modernizare și întreținere preventivă, cum sunt reabilitarea conductelor, îmbunătățirea izolației, optimizarea debitului de agent termic raportat la necesarul real al consumatorilor, pot reduce pierderile în rețea și pot conduce la creșterea randamentului SACET, contribuind la o corelare mai bună între energia livrată și cea facturată consumatorilor.

7.4 Analiza comparativă a bilanțurilor termoeconomice reale 2024 și 2025

Comparând bilanțul termoeconomic real la nivelul anului 2024 cu cel din anul 2025, se observă, în primul rând, o creștere a energiei termice livrate în rețeaua de transport de la **65.800,8 MWh** în 2024 la **68.146 MWh** în 2025, creștere posibil generată de creșterea necesarului de energie termică a consumatorilor, posibil influențată de un sezon mai sever de iarnă.

La nivelul surselor de producere, energie termică produsă a crescut de la **66.456,9 MWh/an** la **68.826,8 MWh/an**, în timp ce pierderile prin producere s-au redus de la **32,6%** la **27,9%**, fapt care a condus la creșterea randamentului CET de la **67,4%** la **72,1%**. Această îmbunătățire se

datorează în principal scoaterii din uz a cazanelor de apă fierbinte ineficiente, utilizate în anul 2024, dar și a optimizării procesului de producere.

În rețeaua de transport, pierderile totale au înregistrat o ușoară creștere, de la **14.120,8 MWh/an (21,5%)** în 2024 la **15.882,6 MWh/an (23,3%)** în 2025. Această evoluție se explică prin funcționarea parțială în gol a rețelei, degradarea izolației conductelor, pierderile accidentale și variațiile de flux determinate de debrășările consumatorilor, care au generat transportul unei cantități mai mari de energie fără utilizarea ei efectivă, dar și a livrării unei cantități mai mari de energie termică în anul 2025.

În rețeaua de distribuție, pierderile totale au crescut ușor de la **9.631,2 MWh (20,3%)** în 2024 la **9.898,7 MWh (20,6%)** în 2025, în timp ce energia termică facturată consumatorilor a crescut de la 37.795,4 MWh/an la 38.264,9 MWh/an, ca urmare a creșterii necesarului de agent termic a consumatorilor. Creșterea pierderilor absolute a fost însă compensată parțial prin optimizările implementate în punctele termice, reglajul pompelor și modernizarea parțială a rețelei, ceea ce a contribuit la o distribuție mai stabilă și predictibilă a agentului termic.

În ansamblu, randamentul global al SACET a crescut semnificativ, de la **49,6%** în 2024 la **54,4%** în 2025, reflectând o gestionare mai eficientă a producției, pierderilor și fluxurilor de energie între producere, transport și distribuție, precum și impactul măsurilor de modernizare și întreținere preventivă.

8. PLAN DE MĂSURI ȘI ACȚIUNI

Din analiza rezultatelor obținute, se recomandă următoarele măsuri și acțiuni de creștere a eficienței energetice.

RECOMANDĂRI

❖ MĂSURI DE NATURĂ ORGANIZATORICĂ:

- îmbunătățirea conduitei energetice (stingerea luminii, decuplarea utilajelor, reducerea sarcinii echipamentelor în cazul cererii scăzute de agen termic, evitarea mersului în gol etc.);
- efectuarea lucrărilor necesare de întreținere și mentenanță la nivelul echipamentelor;
- termografierea tablourilor generale pentru a depista supraîncălzirea cablurilor și echipamentelor.

În general, măsurile organizatorice bine puse la punct pot avea un impact asupra consumului energetic de până la 1% din consumul unui echipament aflat în funcțiune.

❖ DIRECTII DE DECARBONIZARE

Uniunea Europeană și-a asumat, prin “PACTUL VERDE EUROPEAN” reducerea cu 55% a emisiilor de CO₂ până în anul 2030 și neutralitate climatică (reducerea cu 100% a amprente de carbon) până în anul 2050, comparativ cu anul de referință 1990.

Sectorul industrial deține una dintre ponderile cele mai mari de generare a emisiilor de CO₂. În această perspectivă, decarbonizarea reprezintă soluția ideală, dar și cu costuri ridicate, pentru atingerea obiectivului asumat. Decarbonizarea face referire la procesul de reducere a amprente de carbon generată de arderea combustibililor fosili.

Pentru a se putea atinge acest obiectiv asumat de Uniunea Europeană, precum și de România, la nivel industrial, decarbonizarea se poate trata pe multiple contururi:

- Contur electric;
- Contur termic.

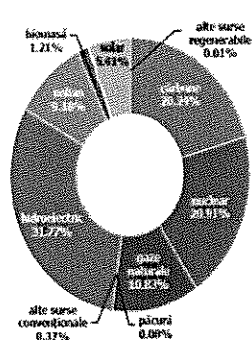
Contur electric

La nivelul României, energia electrică este produsă dintr-un mixt de surse regenerabile de energie și combustibili fosili. Conform Ordinului președintelui ANRE nr. 61/2016, cu modificările și completările ulterioare – Regulament de etichetare a energiei electrice (www.anre.ro) în fiecare an se publică, pentru anul anterior, coeficientul de emisii de CO₂ asociat producerii energiei electrice la nivel național.

ETICHETA ENERGIEI ELECTRICE furnizate clientilor finali beneficiari ai serviciului universal în anul 2023

Furnizor: Electrica Furnizare S.A.
Telefon: 0244406006
Email: clienti@electricafurnizare.ro
Pagina web: www.electricafurnizare.ro

Perioada de referință: anul 2023

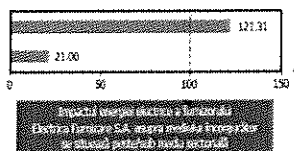


Sursa primară de energie electrică	Energia electrică a furnizorului Electrica Furnizare S.A. [%]	Producție energie electrică în România în anul 2023 [%]
Total din care:	100,00%	100,00%
A. Surse convenționale:	52,43%	48,56%
a1. carbun	20,34%	13,45%
a2. nuclear	20,91%	19,16%
a3. gaze naturale	10,83%	15,11%
a4. picură	0,03%	0,01%
a5. alte surse convenționale	0,37%	0,83%
B. Surse regenerabile:	47,57%	51,44%
b1. hidroenergie	31,77%	32,10%
b2. eolian	9,18%	15,43%
b3. biomasă	1,21%	0,83%
b4. solar	5,41%	3,01%
b5. alte surse regenerabile	0,01%	0,01%

1,01% din energia comercializată de furnizorul Electrica Furnizare S.A. provine din import și este cuprinsă în definiția de mai sus

Impactul asupra mediului

Furnizor: Electrica Furnizare S.A.	
Emiti specific de CO ₂ :	208,91 g/kWh
Deputat radioactive:	0,00004 g/kWh
La nivelul României:	
Emiti specific de CO ₂ :	172,21 g/kWh
Deputat radioactive:	0,004 g/kWh



Conform Ordinului președintelui ANRE nr. 63/2016, cu modificările și completările ulterioare - Regulament de etichetare a energiei electrice (www.anre.ro)

Așadar, energia electrică consumată din Sistemul Energetic Național nu este lipsită de emisii de gaze cu efect de seră.

Ca primă măsură de reducere a emisiilor de CO₂ în industrie este achiziționarea de energie electrică provenită integral din Surse Regenerabile de Energie, cu certificat de garanție emis de către ANRE. Această măsură poate facilita reducerea amprentei de carbon pentru conturul electric cu până la 100%.

A doua măsură o reprezintă producerea locală a energiei electrice utilizând Surse Regenerabile de Energie, precum energia solară (panouri fotovoltaice), energia eoliană, hidroenergia etc. Această măsură necesită intervenții și costuri suplimentare, dar totodată ajută și la reducerea costurilor energetice.

Contur termic

Din păcate, cea mai mare provocare o reprezintă reducerea emisiilor de CO₂ generate de arderea combustibililor fosili pentru producerea de energie termică. În continuare, cel mai utilizat combustibil fosil la nivel industrial rămâne gazul metan.

Factorii de conversie asociați consumului de gaz metan, și nu numai, se regăsesc în tabelul de mai jos:

Tabel 2. Factori conversie a energiei primare în emisii echivalente de CO₂

Combustibil/Sursa de energie	Factor de conversie f_{CO_2} [kg CO ₂ /kWh]
Lignit*	0,334
Huile*	0,341
Păcură*	0,279
Gaz natural*	0,205
GNL (gaz natural lichefiat)*	0,205
GPL*	0,230
Energie electrică din SEN (utilizată de clădire) sau exportată în SEN	0,265
Termoficare (cogenerare la distanță***)	0,220
Lemne de foc (fără certificare de biomasă)	0,390
Biomasă - lemne de foc**	0,019
Combustibil/Sursa de energie regenerabilă	Factor de conversie f_{CO_2} [kg CO ₂ /kWh]
Biomasă - deșeuri lemnoase, rumeguș**	0,016
Biomasă - brichete/peleți**	0,039
Biomasă - deșeuri agricole**	0,016
Biogaz	0,000
Energie solară	0,000
Energie eoliană	0,000
Energie geotermală, aerotermală, acvatermală	0,000

Provocarea majoră, dar nu imposibilă, este substituirea gazului metan pentru producerea de energie termică necesară proceselor industriale cu alți biocombustibili sau cu echipamente electrice a căror emisii de CO₂ să fie 0:

- **Pompa de căldură** – pompele de căldură sunt echipamente consumatoare de energie electrică și producătoare de energie termică sub formă de apă caldă, abur, aer cald etc. Principalul avantaj îl reprezintă coeficientul de performanță (COP) supraunitar. Cu alte cuvinte, pentru 1 kWh de energie electrică consumată, pompa de căldură poate să producă 3,4 sau 5 kWh termici; Acest echipament poate să ajute la tranziția energetică a unei companii, doar dacă energia electrică consumată provine din Surse Regenerabile Energie cu 0 emisii de CO₂ asociate;
- **Biocombustibil** – creșterea producerii și utilizării biogazului natural în echipamentele producătoare de energie termică. Emisiile de CO₂ asociate biogazului sunt 0;
- **Hidrogen** – tehnologia hidrogenului este încă la început și în curs de dezvoltare, dar cu toate acestea există câteva exemple de companii care utilizează hidrogen în procesul

tehnologic. Hidrogenul se poate produce prin diferite metode, cele mai întâlnite fiind electroliza și cracarea. Chiar dacă hidrogenul este la început de drum, perspectivele utilizării acestuia sunt ridicate, iar amprenta de carbon a acestui biocombustibil este 0.

Concluzii

Pentru atingerea condițiilor prevăzute și asumate de România în Pactul Verde European de reducere a amprente de carbon cu 55% până în anul 2030 și neutralitate climatică până în anul 2050, comparativ cu anul 1990, în sectorul industrial trebuie depuse eforturi în retehnologizarea proceselor actuale, în sisteme de producere a energiei electrice locale și cea mai mare provocare, înlocuirea combustibililor fosili. Ne bazăm că vor exista surse de finanțare nerambursabile pentru acoperirea investițiilor cât și tehnologii în vederea atingerii neutralității climatice, în timp.

❖ REDUCEREA PIERDERILOR ENERGETICE PRIN PRODUCERE

Pentru a reduce pierderile de energie la nivelul producției, se recomandă implementarea unui program de optimizare a funcționării surselor de producere, care să includă monitorizarea continuă a consumului de combustibil, reglarea optimă a echipamentelor și utilizarea centralizată a capacităților disponibile. Prin planificarea producției în funcție de cererea reală și prin evitarea funcționării inutile a echipamentelor în perioade cu cerere redusă, se poate diminua semnificativ energia pierdută în procesul de producere

❖ OPTIMIZAREA ENERGIEI TERMICE TRANSPORTATE

Bilanț termoeenergetic real RT - PT									
LUNA	Energie termică livrată în RT		Energie termică facturată din RT		Pierderi pe rețeaua de transport		Energie termică livrată în PT		η
	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[MWh]	[Gcal]	[%]
Ianuarie	11.962,9	10.286,2	833,0	716,2	1.648,2	1.417,2	9.481,7	8.152,8	86,2%
Februarie	10.662,8	9.168,4	851,6	732,2	1.251,0	1.075,6	8.560,3	7.360,5	88,3%
Martie	8.771,3	7.542,0	651,6	560,3	1.067,4	917,8	7.052,3	6.063,9	87,8%
Aprilie	5.575,7	4.794,2	335,9	288,9	1.222,5	1.051,2	4.017,3	3.454,2	78,1%
Mai	2.013,6	1.731,4	26,3	22,6	1.485,2	1.277,1	502,0	431,7	26,2%
Iunie	1.668,9	1.435,0	22,4	19,3	1.193,6	1.026,3	452,9	389,4	28,5%
Iulie	1.536,6	1.321,2	2,4	2,1	1.139,1	979,5	395,0	339,7	25,9%
August	1.427,7	1.227,6	2,4	2,0	1.070,1	920,1	355,2	305,5	25,0%
Septembrie	1.571,3	1.351,1	19,7	16,9	1.147,9	987,0	403,7	347,1	26,9%
Octombrie	4.259,1	3.662,2	166,7	143,3	1.743,2	1.498,9	2.349,2	2.020,0	59,1%
Noiembrie	7.988,6	6.869,0	435,5	374,4	2.118,1	1.821,2	5.435,1	4.673,3	73,5%
Decembrie	10.707,5	9.206,8	752,3	646,9	796,2	684,6	9.159,0	7.875,3	92,6%
TOTAL	68.146,0	58.595,0	4.099,8	3.525,2	15.882,6	13.656,6	48.163,6	41.413,2	76,7%

Analiza bilanțului real al rețelei de transport și al punctelor termice evidențiază pierderi semnificative în sezonul cald, când debitul de agent termic transportat este mult mai mare decât energia livrată/necesară în punctele termice. Această discrepanță arată că rețeaua transportă cantități mari de agent termic, dar pierderile pe rețea, combinate cu timpii de funcționare în gol, conduc la scăderea drastică a energiei livrate în punctele termice.

Pentru a remedia această situație, se recomandă implementarea unui sistem de reglare adaptivă a debitului și temperaturii agentului termic, corelat permanent cu cererea reală.

SOLUȚII DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

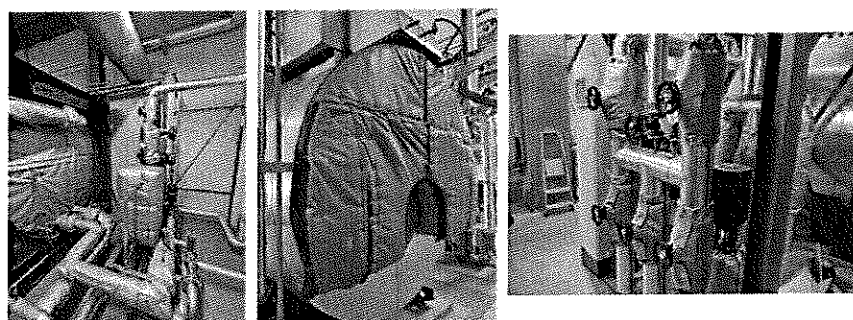
❖ REDUCEREA PIERDERILOR DE CĂLDURĂ LA NIVELUL SUPRAFETELOR

În timpul măsurătorilor energetice, prezentate în **Capitolul 12** al prezentei lucrări, s-au constatat unele segmente de suprafețe care erau neizolate sau a căror izolație nu era conformă.

Tehnologia izolației termice a evoluat constant, iar una dintre cele mai inteligente soluții care a câștigat tot mai mult teren este izolația detașabilă. Cu ajutorul acesteia se poate interveni foarte ușor asupra echipamentelor, conductelor, flanșelor etc. a căror suprafețe sunt izolate, câteva exemple regăsim mai jos:



Echipamente tehnologice



Elemente ale unui sistem cu aburi

Astfel, se prezintă soluția cuantificată mai jos, realizată pentru **1 m²** de suprafață neizolată:

Situția actuală fără izolații/izolație neconformă												
Suprafață	Tmed supr	Tamb	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	λ	a	Qpc	Qpr	Qsupr
[mp]	[C]	[C]	[m2/s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[W/m*C]	[W/m2*C]	[MWh/an]	[MWh/an]	[MWh/an]
1	95	21,5	18,73	6206597060	0,71	4401544850	219,61	0,03	6,23	2,41	2,98	5,39
Situția optimizată cu izolație conformă												
Suprafață	Tsupr	Tamb	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	λ	a	Qpc	Qpr	Qsupr
[mp]	[C]	[C]	[m2/s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[W/m*C]	[W/m2*C]	[MWh/an]	[MWh/an]	[MWh/an]
1	40	21,5	14,97	2664613906	0,71	1900269407	166,03	0,03	4,25	0,4	0,57	0,99

Economii anuale			Investiție	PSR
[MWh/an]	[RON/an]	[t CO2/an]	[RON]	[ani]
4,41	970	0,9	2200	2,3

Notă: Pentru calculul economiilor de energie s-au considerat:

- 1 MWh gaze naturale ~ 280 lei fără TVA;
- Calculul economiilor de energie s-a realizat pentru 1 m² de suprafață neizolată;
- Investiția a ținut cont doar de achiziția unui singur m² de izolație detașabilă.

❖ Reabilitarea și modernizarea rețelilor termice de transport, distribuție și punctelor termice

În anul 2014 s-a finalizat retehnologizarea prin accesarea de fonduri europene și fonduri de mediu “Reabilitarea sistemului de termoficare urbană la nivelul municipiului Focșani pentru perioada 2009-2028 – Etapa I”, în scopul conformării la legislația de mediu și creșterii eficienței energetice, care s-a materializat prin construirea unei noi centrale de cogenerare de înaltă eficiență care cuprinde următoarele echipamente:

- grup de cogenerare compus din două motoare de cogenerare Rolls Royce cu cazan recuperator de apă caldă având Pt = 6,634 MWt și Pe = 6,8 MWe;
- două schimbătoare de căldură ALFA LAVAL cu Pt = 6,634 MWt;
- un cazan de apă fierbinte Pt = 58 MWt;
- un cazan de abur saturat având debitul de 10 t/h;
- instalații anexe compuse din stație tratare apă, stație dedurizare și demineralizare, sistem de control al presiunii.

În cadrul aceluiași proiect de investiție s-a reabilitat o parte din sistemul de transport și distribuție prin redimensionarea corespunzătoare și înlocuirea conductelor clasice cu conducte preizolate, cu

izolație din spumă rigidă de poliuretan și manta de protecție din polietilenă de mare duritate. Astfel s-au reabilitat:

- 4,425 km de traseu de rețea termică primară, în soluție modernă de sistem preizolat legat;
- 10,487 km de traseu de rețea termică secundară în soluție modernă cu conducte preizolate pentru circuitul de încălzire și PEX pentru conductele de apă caldă de consum și recircularea acestora;
- 9 puncte termice prin montarea de module cu plăci, pompe cu circulație variabilă, sistem de recirculare de apă caldă, cât și reabilitarea pe partea de construcții și instalații electrice.

Proiectul propus în etapa a doua a programului “Reabilitarea sistemului de termoficare urbană la nivelul Municipiului Focșani pentru perioada 2009-2028, în scopul conformării la legislația de mediu și creșterii eficienței energetice – Etapa II” a avut în vedere continuarea investițiilor realizate anterior, în scopul creșterii eficienței energetice a sistemului centralizat de alimentare cu energie termică și anume:

- reabilitarea a 2,807 km de traseu de rețea termică primară;
- reabilitarea a 10,977 km de traseu de rețea termică secundară;
- reabilitarea și modernizarea a 9 puncte termice, iar pentru un punct termic s-a modificat amplasamentul (PT24) și s-a realizat o clădire nouă.

Se recomandă continuarea lucrărilor celei de-a III-a Etape de modernizare și re tehnologizare începută în anul 2025 în care să se realizeze următoarele:

- reabilitarea a 3,635 km de traseu de rețea termică primară (7,270 km de conducte);
- reabilitarea a 6 puncte termice;
- reabilitarea a 7,170 de km traseu rețea termică secundară aferente acestor puncte termice (26,85 km de conducte);
- analiza oportunității extinderii rețelei termice primare cu 3,03 km de traseu de rețea termică (6,06 km de conducte) pentru preluarea în regim SACET a blocurilor din cartierele ANL Sud și Democrației.

Se prezintă mai jos soluția cuantificată:

Reabilitarea sistemului de termoficare - Etapa a III-a						
Investiție	Reducere consum GM		Reducere ET pierdută în rețelele termice		Reducere emisii CO2	PSR
[RON]	[MWh/an]	[RON/an]	[MWh/an]	[RON/an]	[t CO2/an]	[ani]
57.131.651	8.338	2.501.428	6.921	2.076.304	1.536	12,5

Astfel, prin realizarea soluției se poate reduce consumul de gaz metan cu aproximativ 8.338 MWh/an și pierderile de energie termică prin radiație și convecție în rețelele termice cu aproximativ 6.921 MWh/an.

➤ **Plan de măsuri și acțiuni centralizat**

Plan de măsuri și acțiuni pentru creșterea eficienței energetice						
Nr. Crt.	Denumirea măsurii	Economii realizate	Economii estimate			
			[MWh/an]	[Lei]	[TEP]	[t CO2/an]
1	Reducerea pierderilor de căldură la nivelul suprafețelor	Reducerea pierderilor de căldură la nivelul suprafețelor neizolate în vederea reducerii consumului de gaz metan (soluție calculată pentru 1 metru pătrat de suprafață neizolată și la o temperatură medie a acestei suprafețe)	4,41	970	0,4	0,9
2	Reabilitarea și modernizarea rețelelor de transport, distribuție și a punctelor/modulelor termice	"Reabilitarea sistemului de termoficare urbană la nivelul municipiului Focșani pentru perioada 2009 - 2028 în scopul conformării la legislația de mediu și creșterea eficienței energetice - Etapa a III-a"	15.259	4.577.732	1.312,3	1.536
TOTAL ECONOMII REALIZATE		Energie termică	15.264	4.578.702	1.313	1.537

9. BILANȚ TERMOENERGETIC OPTIMIZAT

Bilanțul termoeenergetic optimizat reprezintă impactul implementării soluțiilor de eficiență energetică asupra consumului final de energie. Se prezintă bilanțul termoeenergetic optimizat:

Bilanț termoeenergetic optimizat					
Consum gaz natural actual	Reducerea consumului de gaz natural după implementarea planului de măsuri	Consum gaz natural după implementarea soluțiilor	Emisii CO2 actuale	Emisii CO2 după implementarea planului de masuri	Reducerea emisiilor de CO2
[MWh/an]	[MWh/an]	[MWh/an]	[t CO2/an]	[t CO2/an]	[t CO2/an]
181.329	15.264	166.066	37.173	35.636	1.537

10. EVALUAREA EFICIENȚEI ECONOMICE A MĂSURILOR PROPUSE

Un aspect important al auditului energetic este cuantificarea costurilor pentru economia de energie respectiv investițiile necesare pentru implementarea măsurilor de economisire.

Cel mai simplu indicator economic de decizie privind ierarhizarea unor variante concrete este reprezentat de **Perioada Simplă de Recuperare (PSR)** care reprezintă timpul, în ani, în care costurile de investiții se recuperează din valoarea economiilor la costurile de funcționare.

$$PSR = \frac{I}{R} \quad \text{în care:}$$

I – investițiile suplimentare necesare pentru implementarea măsurii de economisire considerând că lucrările de realizare a investițiilor se realizează într-un singur an;

R – valoarea economiilor la costurile de funcționare (considerate egale în fiecare an).

Această perioadă simplă de recuperare are avantajul de a fi ușor de calculat și datorită faptului că de regulă factorii de decizie sunt interesați de acele investiții care se recuperează foarte repede, această metodă este relativ des folosită.

Este recomandabil însă ca pentru investițiile cu perioadă mai lungă de recuperare acest indicator să fie utilizat împreună cu alte instrumente de decizie. El singur poate conduce la alegerea unor variante mai puțin profitabile, dar care prezintă recuperări inițiale cu valoare mare pe o perioadă redusă în detrimentul unor variante de investiții mult mai avantajoase care asigură profituri mari pentru perioade lungi de timp.

Pentru a crește precizia indicatorilor financiari de decizie este necesar să se cunoască costurile pe ciclul de viață. Analizele de costuri pe durata ciclului de viață evaluează toate costurile (nu numai costurile inițiale) și iau în considerație valoarea în timp a banilor. Acest tip de evaluare este utilizat pentru ierarhizarea variantelor concurente în cadrul proiectelor.

Durata ciclului de viață pentru diferite echipamente, instalații și clădiri este dată în tabele din literatura de specialitate.

Amortizarea este recuperarea treptată, în ani, a cheltuielilor făcute cu achiziționarea capitalului fix. Amortizarea anuală (Aa) se calculează fie raportând valoarea amortizabilă a activului (Vi) la durata sa de utilizare, exprimată în ani (d), fie prin ponderarea valorii amortizabile cu o rată de amortizare (ra) conform relațiilor:

$$Aa = \frac{Vi}{d}$$

sau

$$Aa = Vi \cdot ra$$

Rata anuală a amortizării (ra) arată procentual cât din valoarea investiției (Vi) se recuperează într-un an. Rata de amortizare se calculează conform relației:

$$ra = \frac{Aa}{Vi} \cdot 100$$

Înlocuind pe Aa cu Vi/d, din relația precedentă obținem:

$$ra = \frac{100}{d}$$

Pentru compararea variantelor de utilizare a energiei este necesară convertirea tuturor fluxurilor financiare ale fiecărei variante pe baze echivalente. Analizele de costuri pe durata ciclului de viață țin cont de faptul că un leu deținut astăzi este mult mai valoros decât unul obținut cândva în viitor. Din acest motiv este necesar ca principiul să fie aplicat oricărui flux de bani care iese sau intră în bugetul agenților economici.

Actualizarea investiției (FV)

Pentru o sumă depusă la bancă se primește dobândă care la rândul ei produce dobândă (capitalizare sau dobândă la dobândă) sau costul banilor în timp.

1\$ (PV) depus azi pe 5 ani (N) cu o dobândă de 5% (i) produce la sfârșitul anului 5:

$$1\$ \times (1 + 0,05)^5 = \$1,276.$$

$$FV = PV \times (1 + i)^N$$

Este identic și raționamentul invers și anume că un dolar obținut în viitor valorează mai puțin decât un dolar în prezent:

$$1\$ \times 1 / [(1 + 0.05)^5] = \$0,784.$$

$$PV = FV / (1 + i)^N$$

Cum se stabilește factorul de actualizare? (k)

k – trebuie să reflecte structura și costul mediu ponderat al capitalurilor utilizate pentru finanțarea proiectului.

Exemplu de construcție pentru k:

k = rata de remunerare a capitalurilor fără risc pe termen lung + ajustarea la inflație + factor de risc aferent afacerii/proiectului (dacă este cazul),

sau

k = (dobânda la bonurile de tezaur) + (Inflația în zona Euro) + (factori de risc aferenți proiectului)

Valoarea netă actualizată (VNA) este valoarea în prezent a fluxului de bani (CF) din care se scad investițiile inițiale.

$$VNA = CF_0 + CF_1 / (1 + k) + CF_2 / (1 + k)^2 + \dots + CF_T / (1 + k)^T = \sum_{t=0}^T CF_t / (1 + k)^t$$

Condiția de acceptare a investiției: $VNA > 0$

VNA are mai multe „puncte tari”:

- Se bazează pe CF și nu depinde de convențiile contabile;
- Reflectă valoarea banilor în timp;
- Ia în considerare riscurile atașate proiectului;
- Ne dă o indicație clară de tipul „investește!” / „nu investe!”

Rata internă de rentabilitate (RIR)

Este un indicator financiar de decizie pe baza căruia se pot realiza comparații pertinente ale variantelor analizate, se calculează prin interpolare și reprezintă valoarea pentru care VNA devine egală cu 0. De fapt reprezintă rata de actualizare minimă și pentru care investiția se recuperează strict în perioada analizată. Care ar putea fi costul maxim al capitalului astfel încât VNA a proiectului meu să fie pozitiv?

$$NPV = \sum_{t=0}^T CF_t / (1 + IRR)^t - I = 0$$

Condiția de acceptare a investiției: $RIR > k$: proiectul este cu atât mai bun cu cât RIR este mai mare.

Rata internă de rentabilitate (RIR) sau (IRR = The Internal Rate of Return) permite determinarea unui singur număr care poate caracteriza performanțele unui proiect. Acest număr nu depinde de rata dobânzii ce se obține din piața de capital, ci doar de fluxurile de numerar generate de proiect.

IRR este soluția ecuației $NVP = 0$, adică reprezintă rata de actualizare pentru care $NVP = 0$. Se poate utiliza pentru compararea cu valorile obținute pe alte proiecte. Poate fi utilizată și ca prag sub al cărui valoare nu se acceptă proiectul.

Astfel se prezintă evaluarea eficienței economice a măsurilor de eficiență energetică propuse:

Nr. Crt.	Măsurile de creștere a eficienței energetice identificate	Economii anuale	Costuri de investiție	PSR	VNA	RIR
		[Lei/an]	[Lei]	[ani]	[Lei]	[%]
1	Reducerea pierderilor de căldură la nivelul suprafețelor	970	2200	2,3	6657	44%
2	Reabilitarea și modernizarea rețelelor de transport, distribuție și a punctelor/modulelor termice	4577732	57131651	12,5	-15343618	8%

11. IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI

11.1 Generalități

Principalele emisii de poluanți evacuate sunt emisiile de SO₂ și NO_x (cu efecte sinergice la scară regională), emisiile de pulberi – cenușă zburătoare (cu efecte la scară locală) și emisiile de CO₂ (cu efecte la scară globală).

Determinarea corectă a emisiilor de poluanți se realizează pe baza măsurătorilor efectuate cu aparatură specializată. În situația în care nu se dispune de această aparatură, pentru post-evaluări pe diferite perioade de timp, inclusiv pentru întocmirea inventarelor și a rapoartelor statistice, pentru verificări ale încadrării în norme, precum și pentru elaborarea unor prognoze, evaluarea emisiilor se face conform “Metodologiei de evaluare operativă a emisiilor de SO₂, NO_x, pulberi (cenușă zburătoare) și CO₂ din centralele termice și termoelectrice”, indicativ PE – 1001/1994.

Metodologia conform indicative PE – 1001/1994 poate fi aplicată și de alte unități interesate care nu dispun de metodologii proprii, fiind în concordanță cu metoda CORINAIR folosită în prezent în țările membre ale Uniunii Europene. Metoda se bazează pe utilizarea factorilor de emisie.

Cantitatea de poluant evacuat în atmosferă se determină cu relații de forma:

$$E = B \cdot Q_i \cdot \varepsilon$$

unde:

- E - cantitatea de poluant evacuat în atmosferă, într-o perioadă de timp [kg]
- B - cantitatea de combustibil consumată în perioada respectivă [kg]
- Q_i - puterea calorică inferioară a combustibilului [kJ/kg]
- ε - factorul de emisie [kg/kJ]

Factorul de emisie reprezintă cantitatea de poluant evacuat în atmosferă, raportată la unitatea de căldură introdusă cu combustibilul. În cazul utilizării mai multor tipuri de combustibil, cantitatea de poluant se determină prin însumarea cantităților calculate pentru fiecare dintre aceștia.

11.2 Calculul emisiilor de CO₂

În cazul instalațiilor cu funcționare pe combustibil gazos – gaze naturale, emisiile de SO₂ și particule (pulberi) sunt 0, singurii poluanți atmosferici pentru care s-au determinat cantitățile anuale evacuate în atmosferă fiind NO_x și CO₂.

Factorul de emisii de CO₂ asociat consumului de gaz metan este:

Tip de energie	Factorul standard de emisie (t CO ₂ /MWh)
Gaz natural	0,205

Tabel 2. Factori conversie a energiei primare în emisii echivalente de CO₂

Combustibil/Sursa de energie	Factor de conversie f_{CO_2} [kg CO ₂ /kWh]
Lignit*	0,334
Puiliă*	0,341
Păcură*	0,279
Gaz natural*	0,205
GNL (gaz natural lichefiat)*	0,205
GPL*	0,230
Energie electrică din SEN (utilizată de clădire) sau exportată în SEN	0,265
Termoficare (cogenerare la distanță***)	0,220
Lemne de foc (fără certificare de biomasă)	0,390
Biomasă - lemne de foc**	0,019
Combustibil/Sursa de energie regenerabilă	Factor de conversie f_{CO_2} [kg CO ₂ /kWh]
Biomasă - deșeuri lemnoase, rumeguș**	0,016
Biomasă - brichete/peleți**	0,039
Biomasă - deșeuri agricole**	0,016
Biogaz	0,000
Energie solară	0,000
Energie eoliană	0,000
Energie geotermală, aerotermală, acvatermală	0,000

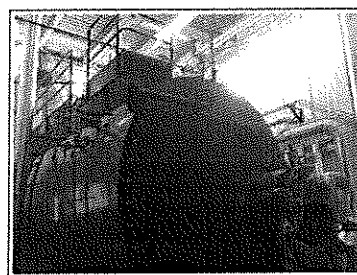
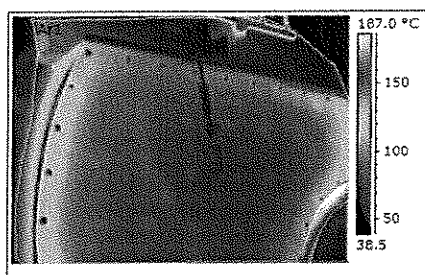
Cunoscând consumul anual de gaz metan la nivelul anului 2024, economia de gaz metan anuală în urma implementării planului de măsuri și acțiuni de eficiență energetică și aplicând acest factor de emisie, putem determina amprenta de carbon a societății, precum și reducerea emisiilor de CO₂ ce pot fi obținute:

Impactul asupra mediului					
Contur	Situația actuală		Situația după implementarea planului de măsuri și acțiuni propus	Reducerea emisiilor de CO ₂	
	[MWh/an]	[tone CO ₂ /an]		[tone CO ₂ /an]	[%]
Contur termic	181.329	37.173	35.636	1.537	4%

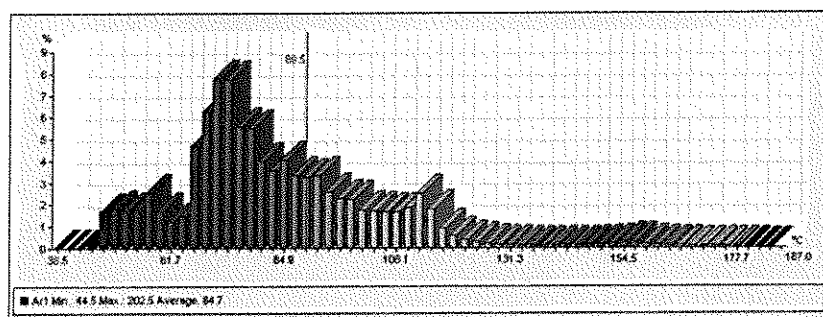
12. MĂSURĂTORI TERMOENERGETICE

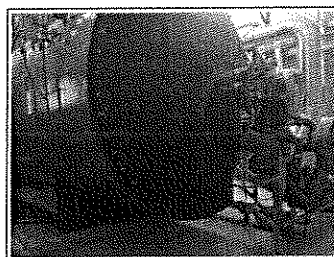
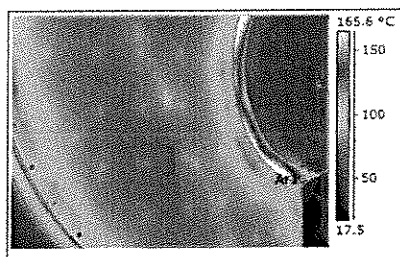
Analize termografice ale echipamentelor cuprinse în conturul de bilanț

- Cazan de abur

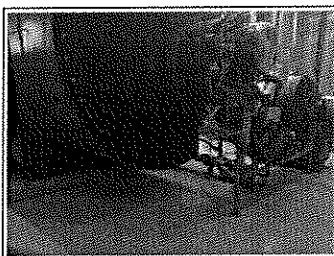
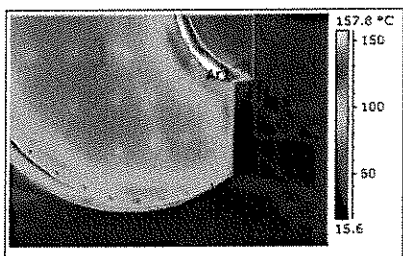
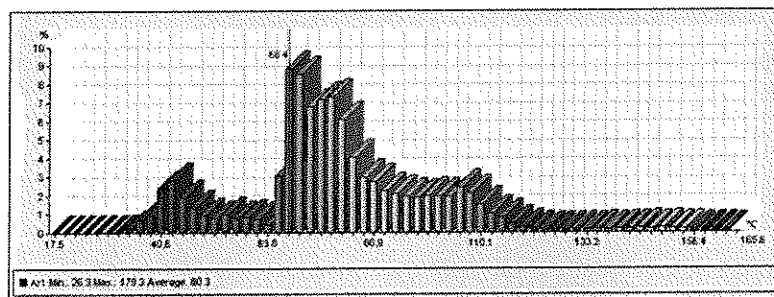


Date	2/23/2026
Image Time	1:03:41 PM
File name	FLIR16375.jpg
Max. Temperature	202.5 °C
Min. Temperature	35.3 °C

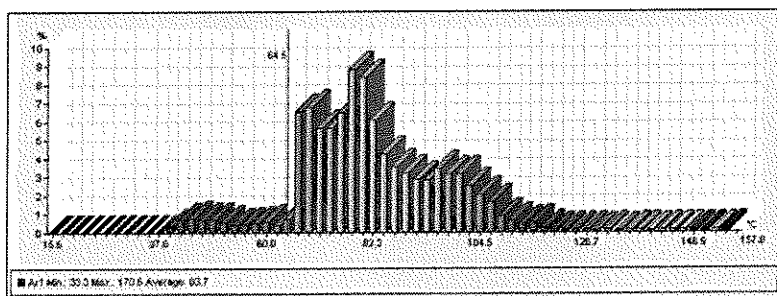


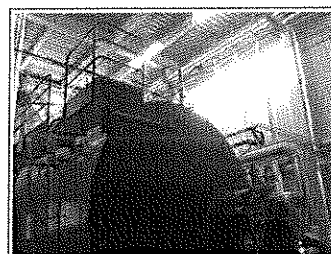
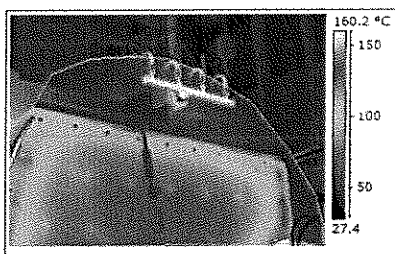


Date	2/23/2026
Image Time	1:03:52 PM
File name	FLIR16377.jpg
Max. Temperature	179.3 °C
Min. Temperature	15.2 °C

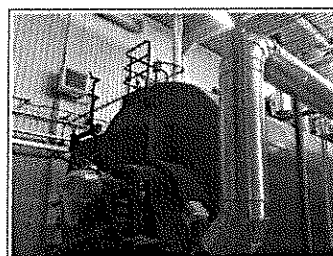
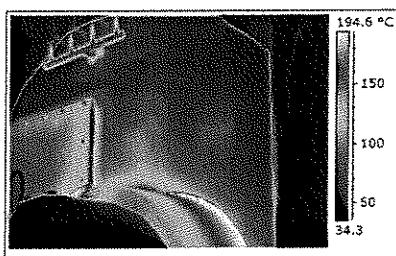
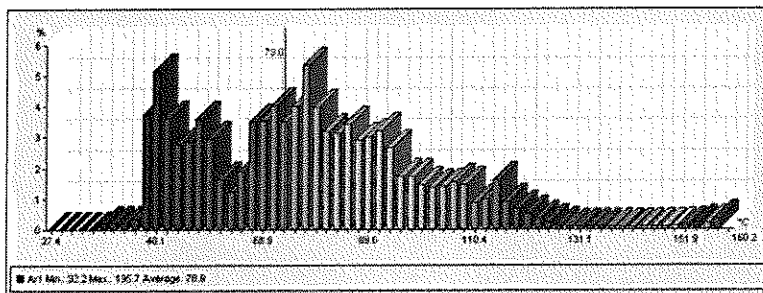


Date	2/23/2026
Image Time	1:04:03 PM
File name	FLIR16379.jpg
Max. Temperature	170.6 °C
Min. Temperature	14.4 °C

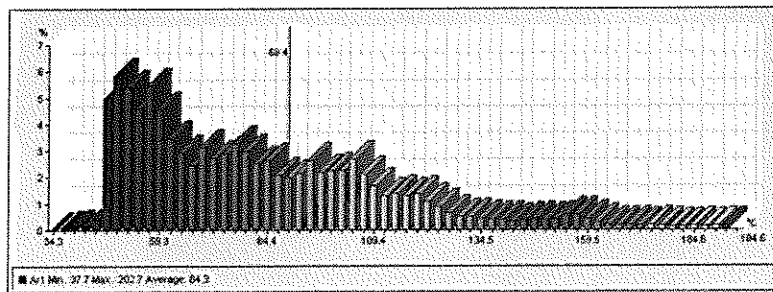




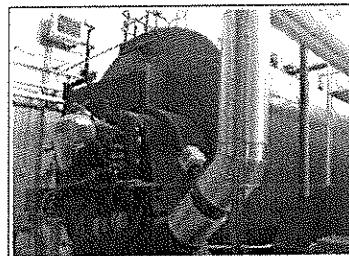
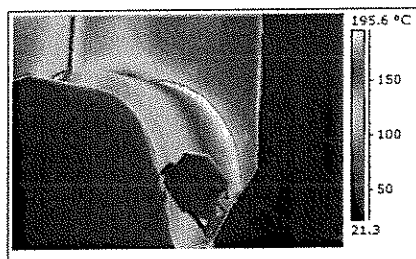
Date	2/23/2026
Image Time	1:04:15 PM
File name	FLIR16381.jpg
Max. Temperature	197.5 °C
Min. Temperature	23.9 °C



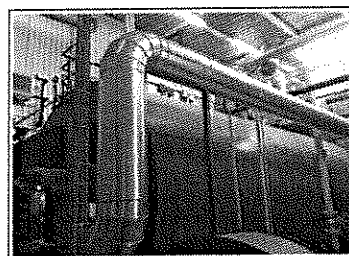
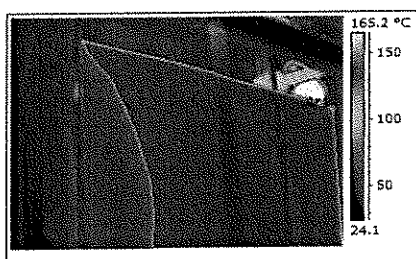
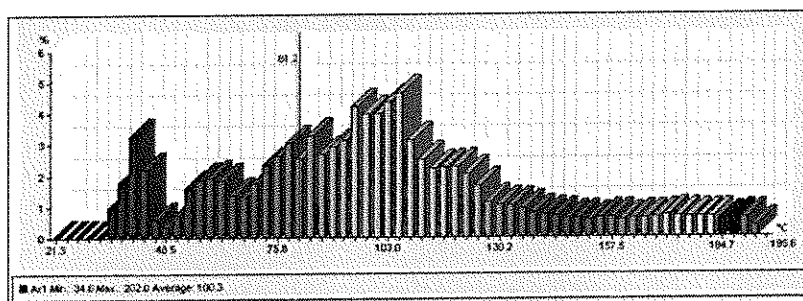
Date	2/23/2026
Image Time	1:04:36 PM
File name	FLIR16383.jpg
Max. Temperature	202.7 °C
Min. Temperature	33.3 °C



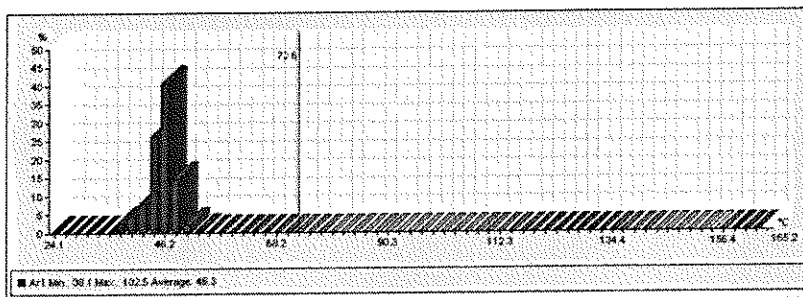
Digitalizare Procese - Educație Digitală - Eficiență Energetică - Tehnologii SMART - Service & Mentenanță

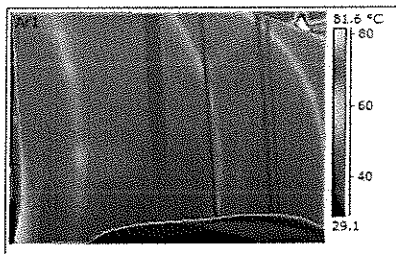


Date	2/23/2026
Image Time	1:04:48 PM
File name	FLIR16385.jpg
Max. Temperature	202.0 °C
Min. Temperature	19.3 °C

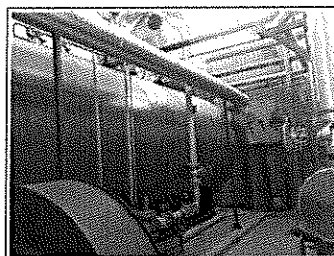
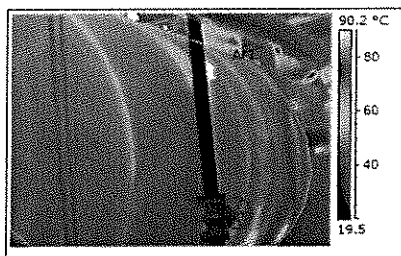
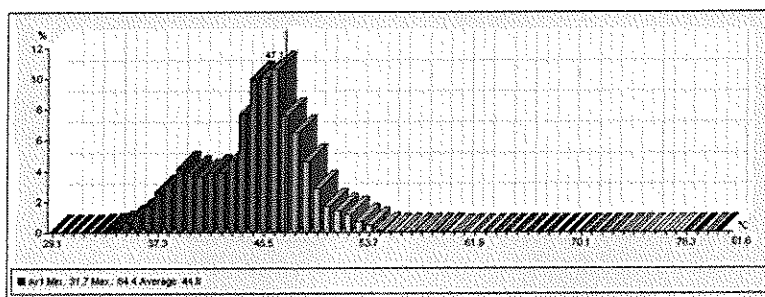


Date	2/23/2026
Image Time	1:05:03 PM
File name	FLIR16387.jpg
Max. Temperature	168.5 °C
Min. Temperature	19.7 °C

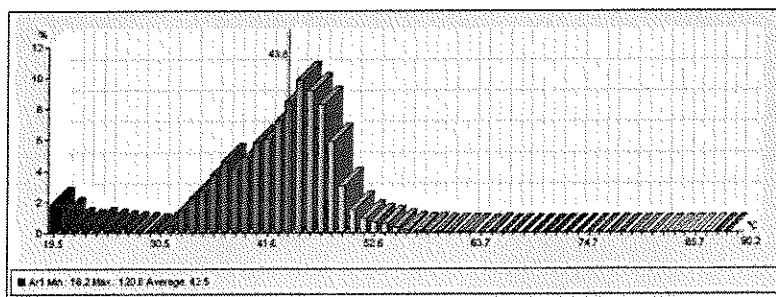


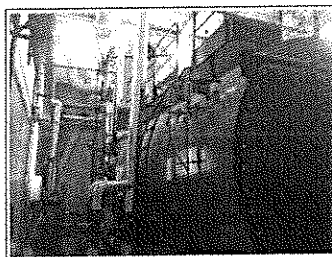
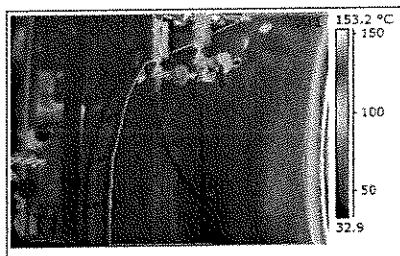


Date	2/23/2026
Image Time	1:05:14 PM
File name	FLIR16389.jpg
Max. Temperature	99.1 °C
Min. Temperature	25.5 °C

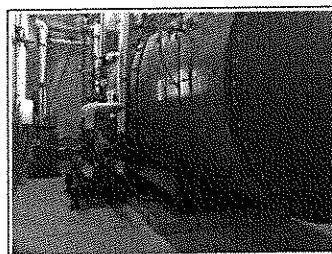
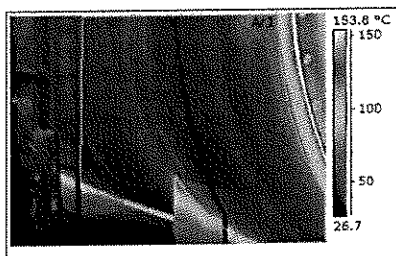
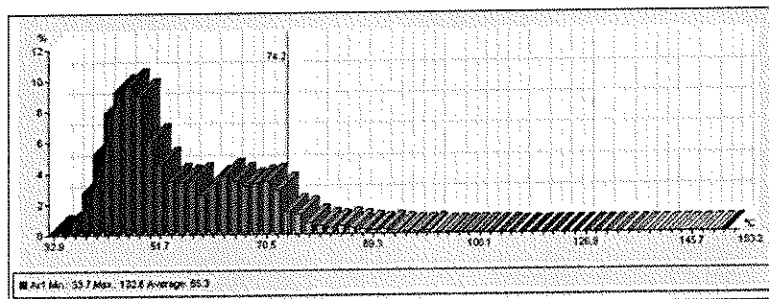


Date	2/23/2026
Image Time	1:05:23 PM
File name	FLIR16391.jpg
Max. Temperature	120.8 °C
Min. Temperature	18.2 °C

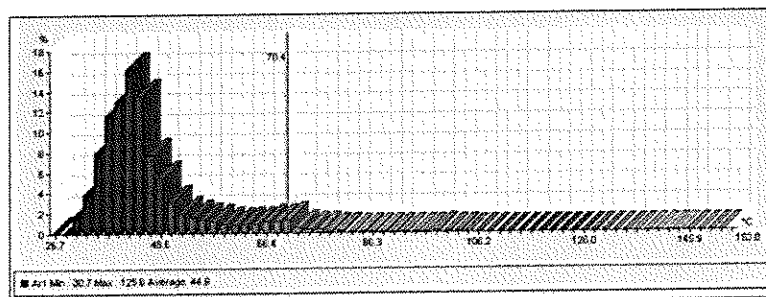


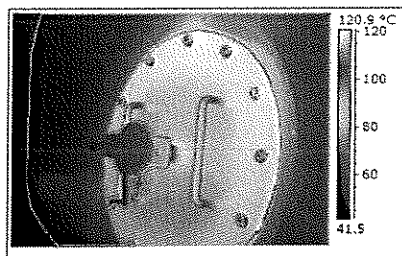


Date	2/23/2026
Image Time	1:05:42 PM
File name	FLIR16393.jpg
Max. Temperature	165.7 °C
Min. Temperature	28.7 °C

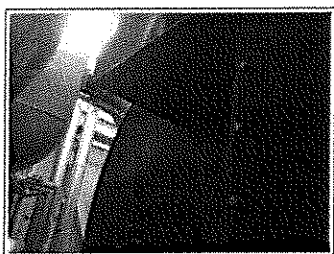
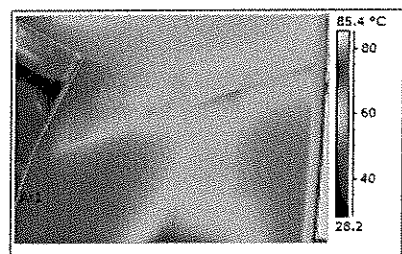
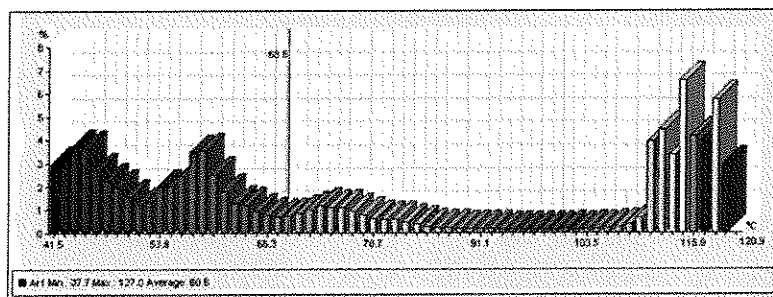


Date	2/23/2026
Image Time	1:05:51 PM
File name	FLIR16395.jpg
Max. Temperature	161.1 °C
Min. Temperature	25.6 °C

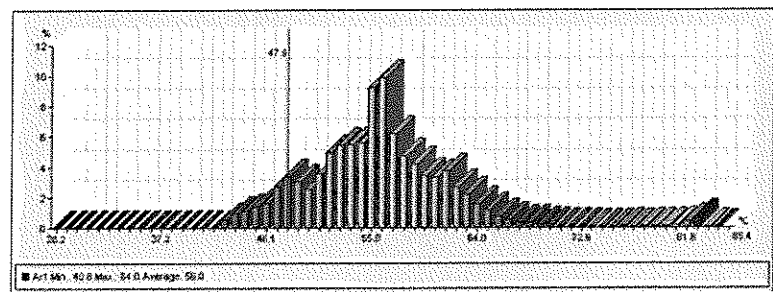




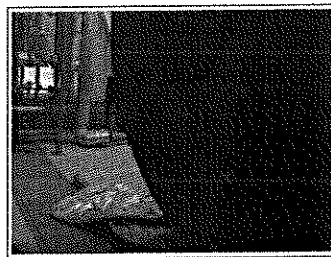
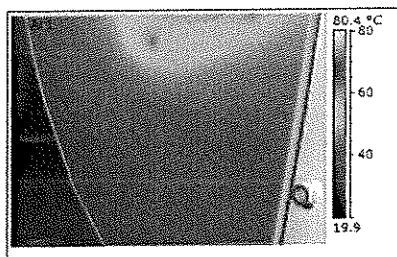
Date	2/23/2026
Image Time	1:06:25 PM
File name	FLIR16397.jpg
Max. Temperature	127.0 °C
Min. Temperature	27.1 °C



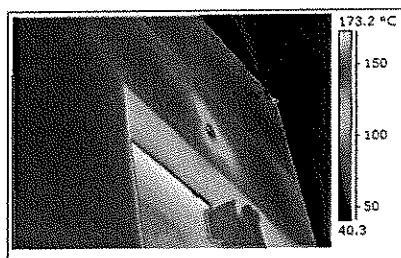
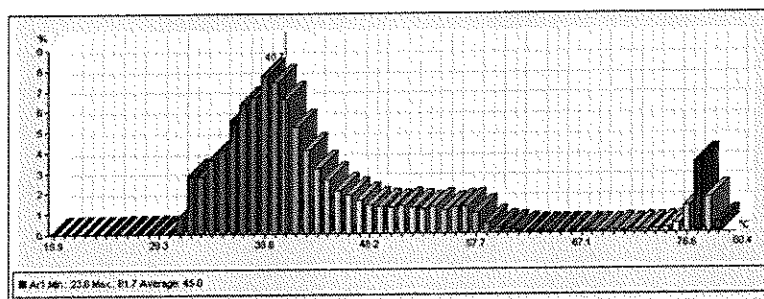
Date	2/23/2026
Image Time	1:06:34 PM
File name	FLIR16399.jpg
Max. Temperature	88.0 °C
Min. Temperature	25.1 °C



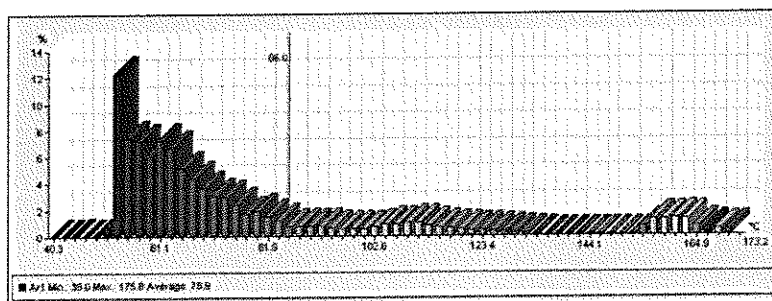
Digitalizare Procese - Educație Digitală - Eficiență Energetică - Tehnologii SMART - Service & Mentenanță

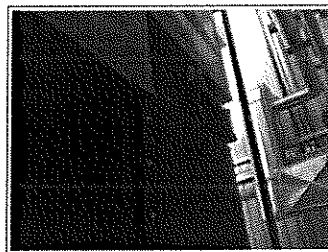
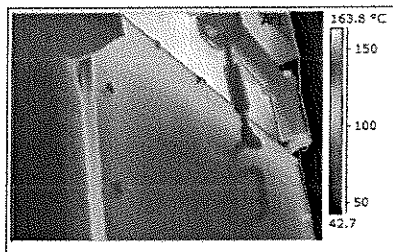


Date	2/23/2026
Image Time	1:06:42 PM
File name	FLIR16401.jpg
Max. Temperature	81.7 °C
Min. Temperature	17.7 °C

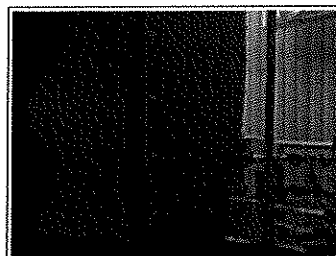
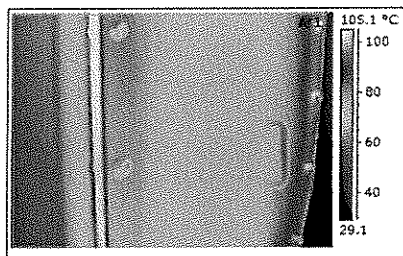
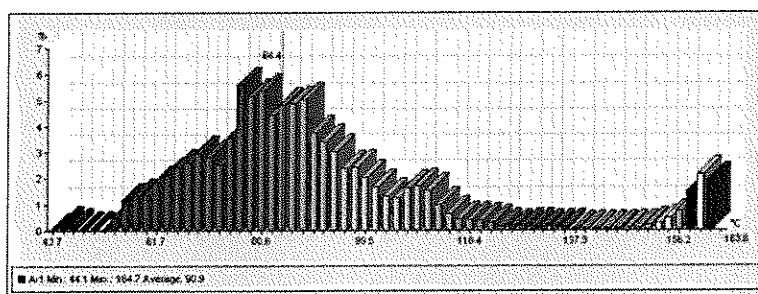


Date	2/23/2026
Image Time	1:06:57 PM
File name	FLIR16403.jpg
Max. Temperature	175.8 °C
Min. Temperature	38.8 °C

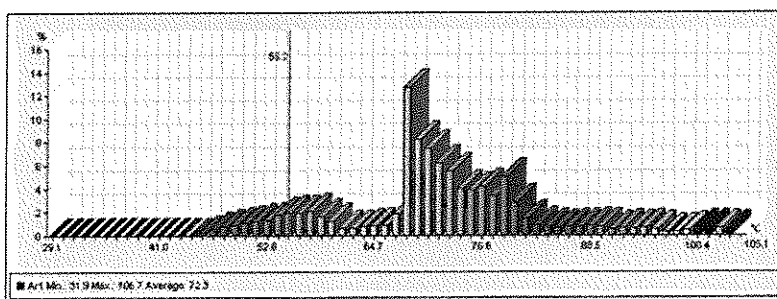




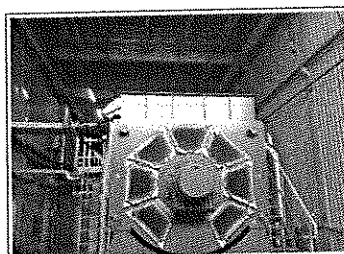
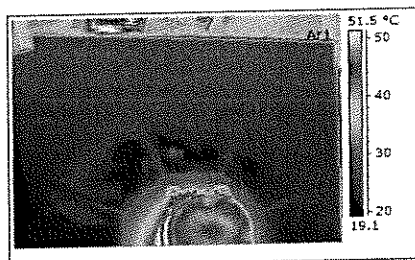
Date	2/23/2026
Image Time	1:07:06 PM
File name	FLIR16405.jpg
Max. Temperature	164.7 °C
Min. Temperature	40.3 °C



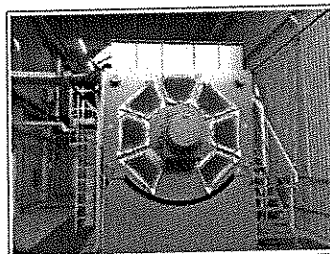
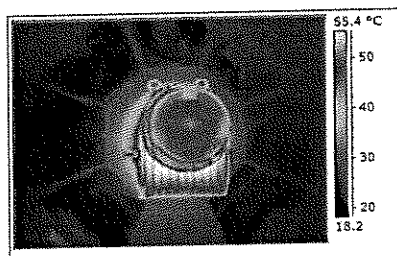
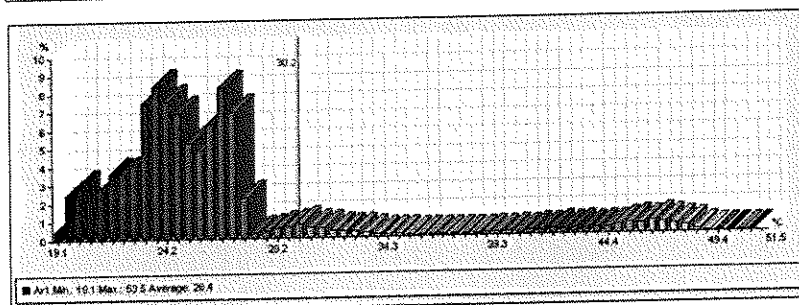
Date	2/23/2026
Image Time	1:07:17 PM
File name	FLIR16407.jpg
Max. Temperature	106.7 °C
Min. Temperature	26.6 °C



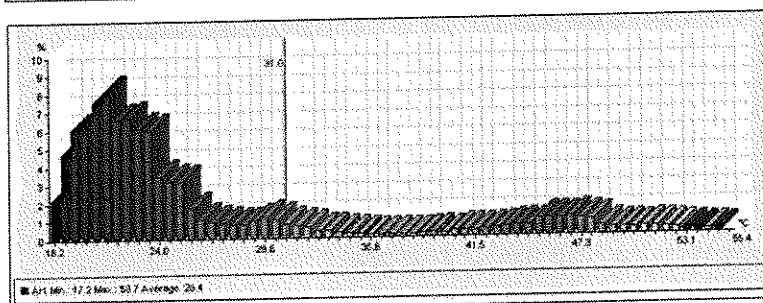
- Motor de cogenerare 1

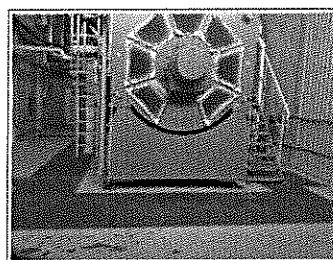
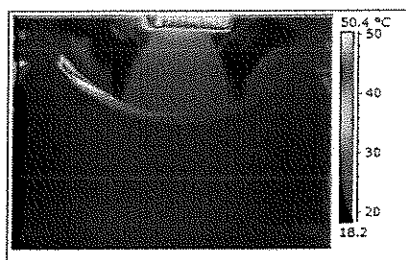


Date	2/23/2026
Image Time	1:08:18 PM
File name	FLIR16411.jpg
Max. Temperature	59.1 °C
Min. Temperature	19.1 °C

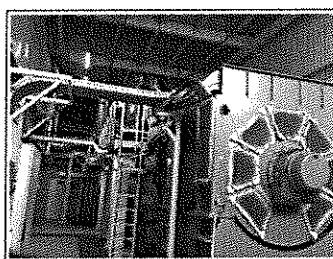
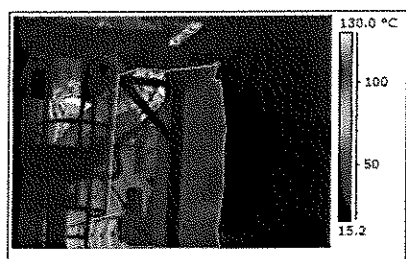
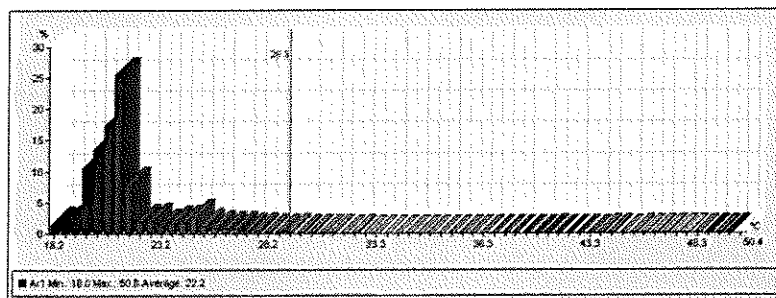


Date	2/23/2026
Image Time	1:08:34 PM
File name	FLIR16413.jpg
Max. Temperature	58.7 °C
Min. Temperature	17.2 °C

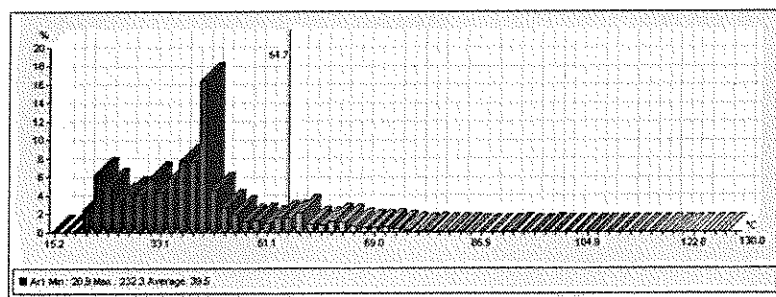


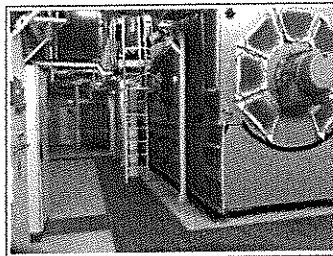
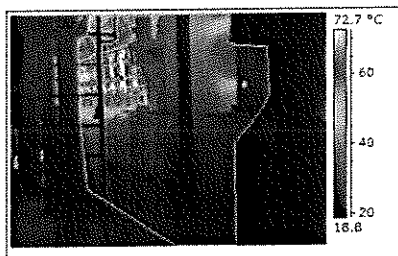


Date	2/23/2026
Image Time	1:08:45 PM
File name	FLIR16415.jpg
Max. Temperature	51.6 °C
Min. Temperature	18.0 °C

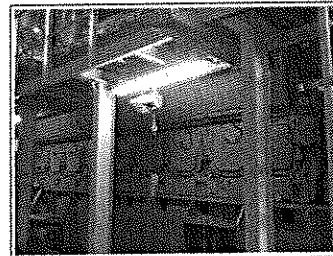
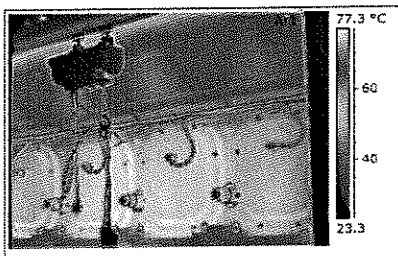
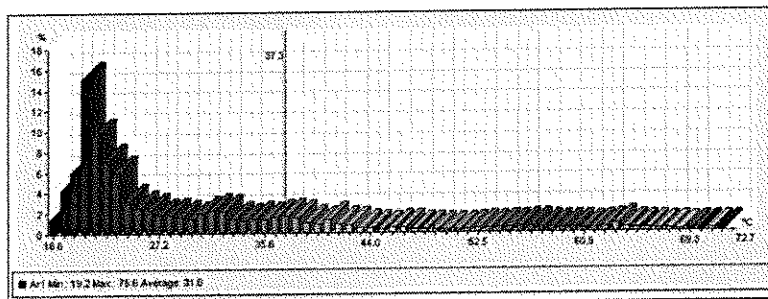


Date	2/23/2026
Image Time	1:09:07 PM
File name	FLIR16417.jpg
Max. Temperature	307.8 °C
Min. Temperature	7.2 °C

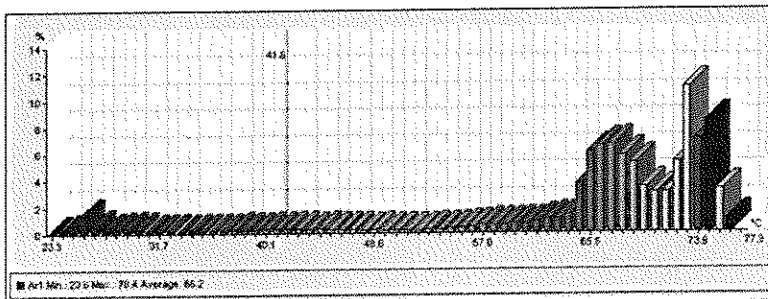


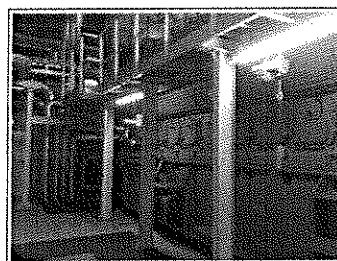
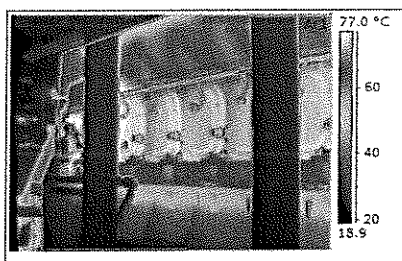


Date	2/23/2026
Image Time	1:09:18 PM
File name	FLIR16419.jpg
Max. Temperature	75.6 °C
Min. Temperature	17.0 °C

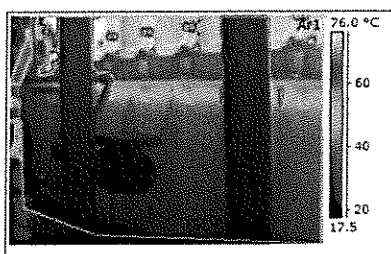
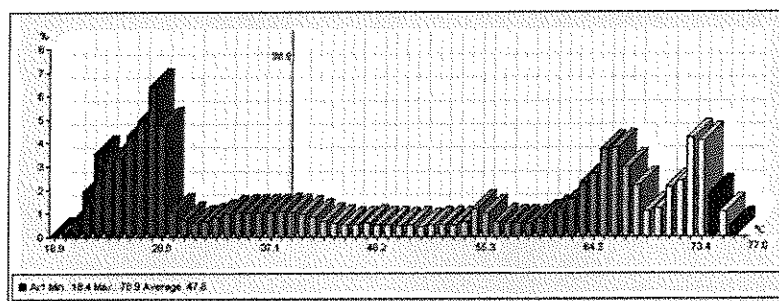


Date	2/23/2026
Image Time	1:10:00 PM
File name	FLIR16421.jpg
Max. Temperature	78.4 °C
Min. Temperature	22.6 °C

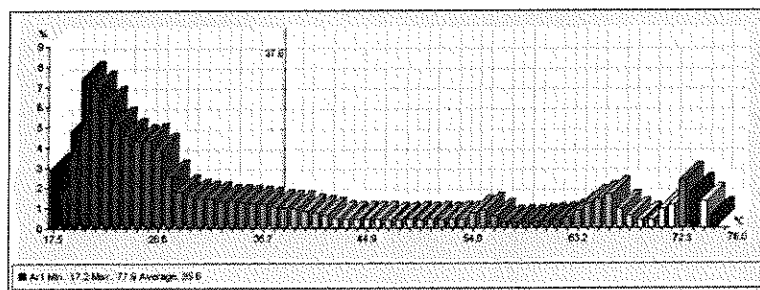


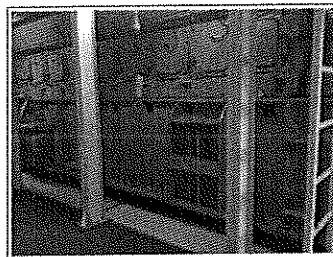
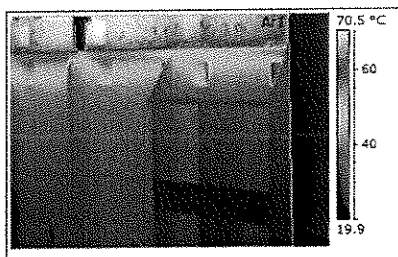


Date	2/23/2026
Image Time	1:10:09 PM
File name	FLIR16423.jpg
Max. Temperature	78.9 °C
Min. Temperature	16.7 °C

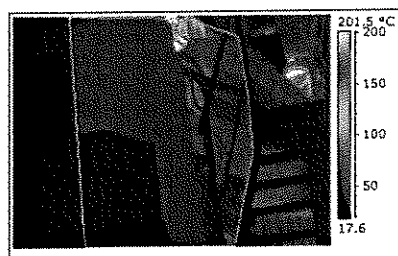
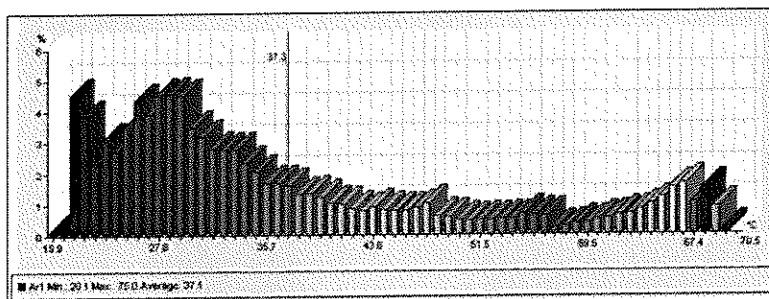


Date	2/23/2026
Image Time	1:10:22 PM
File name	FLIR16425.jpg
Max. Temperature	77.9 °C
Min. Temperature	17.2 °C

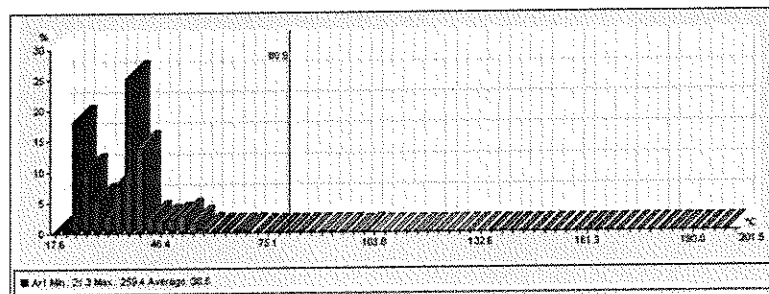


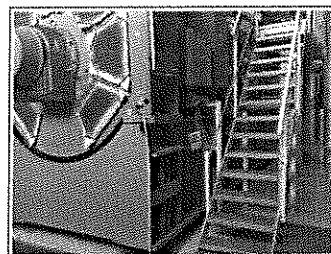
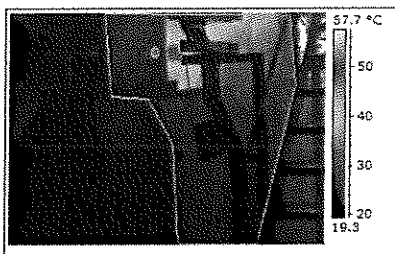


Date	2/23/2026
Image Time	1:10:34 PM
File name	FLIR16427.jpg
Max. Temperature	75.0 °C
Min. Temperature	19.7 °C

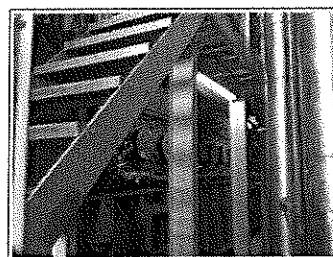
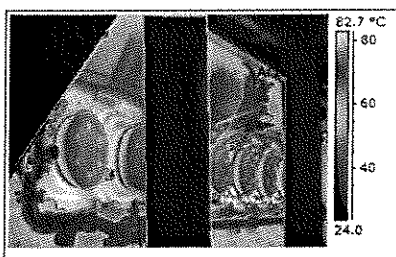
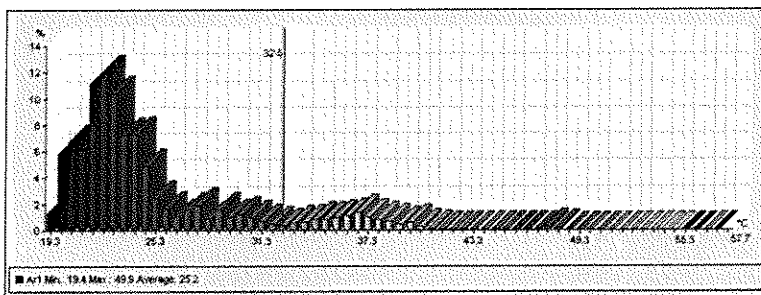


Date	2/23/2026
Image Time	1:10:54 PM
File name	FLIR16429.jpg
Max. Temperature	333.0 °C
Min. Temperature	12.4 °C

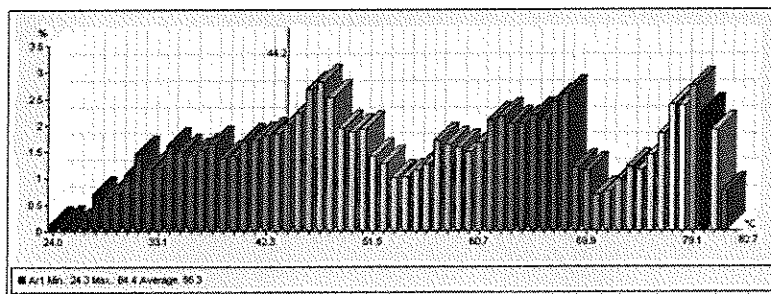


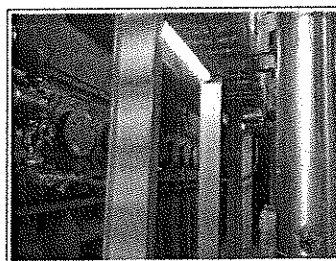
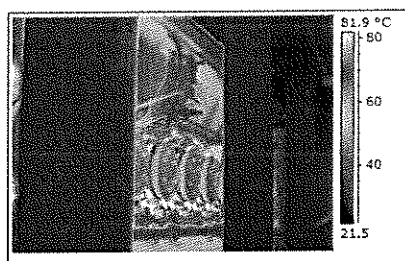


Date	2/23/2026
Image Time	1:11:07 PM
File name	FLIR16431.jpg
Max. Temperature	76.7 °C
Min. Temperature	17.6 °C

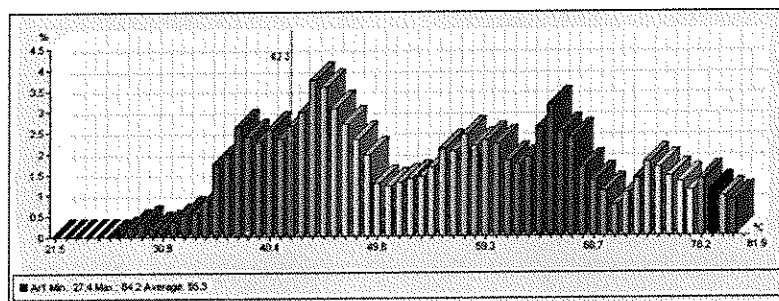


Date	2/23/2026
Image Time	1:11:18 PM
File name	FLIR16433.jpg
Max. Temperature	84.4 °C
Min. Temperature	23.5 °C

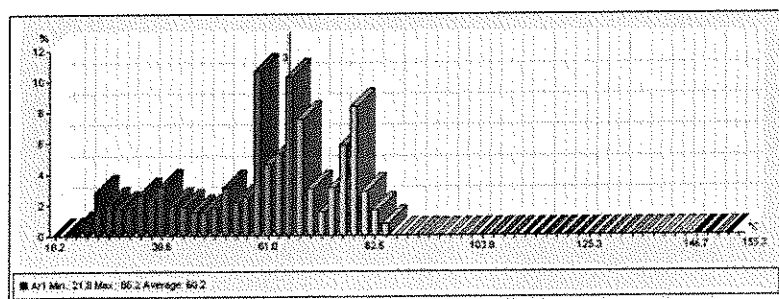




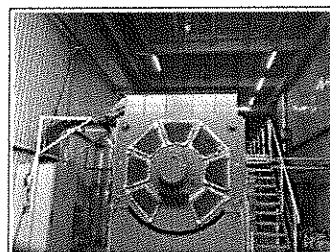
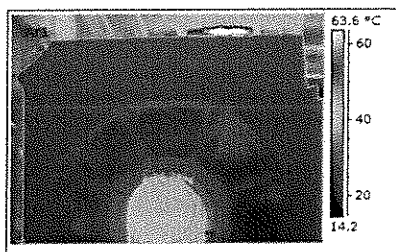
Date	2/23/2026
Image Time	1:11:29 PM
File name	FLIR16435.jpg
Max. Temperature	84.2 °C
Min. Temperature	18.8 °C



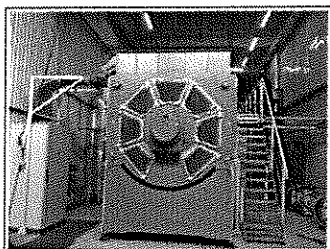
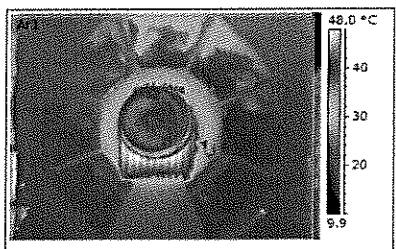
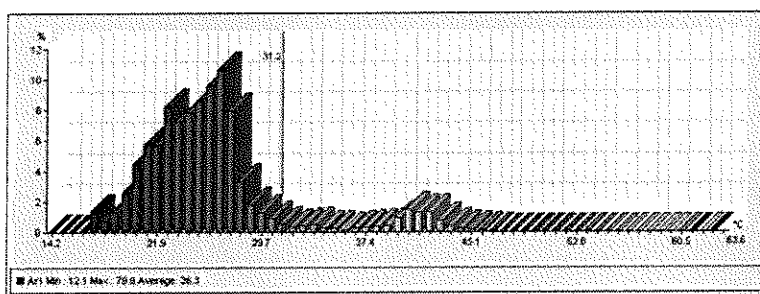
Date	2/23/2026
Image Time	1:11:55 PM
File name	FLIR16437.jpg
Max. Temperature	166.7 °C
Min. Temperature	16.8 °C



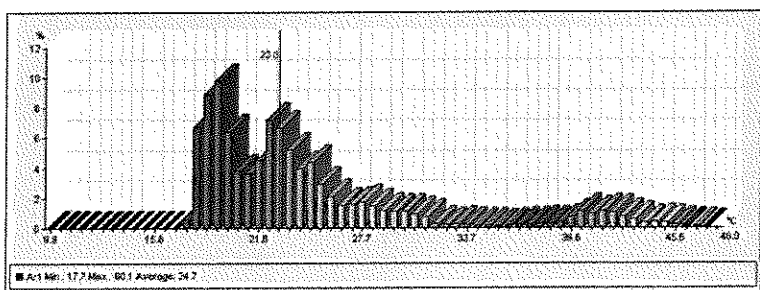
- Motor de cogenerare 2

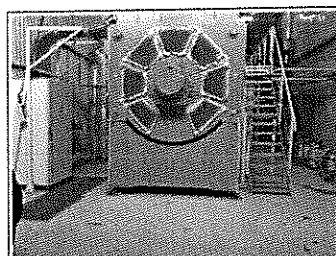
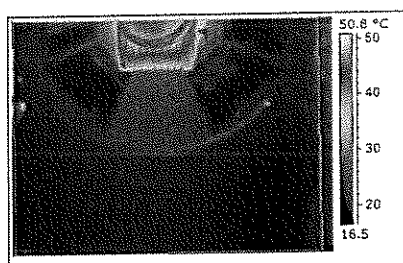


Date	2/23/2026
Image Time	1:13:43 PM
File name	FLIR16441.jpg
Max. Temperature	99.9 °C
Min. Temperature	9.2 °C

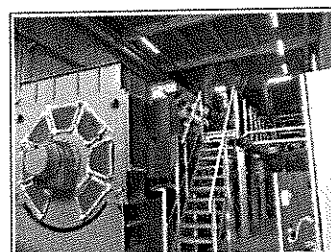
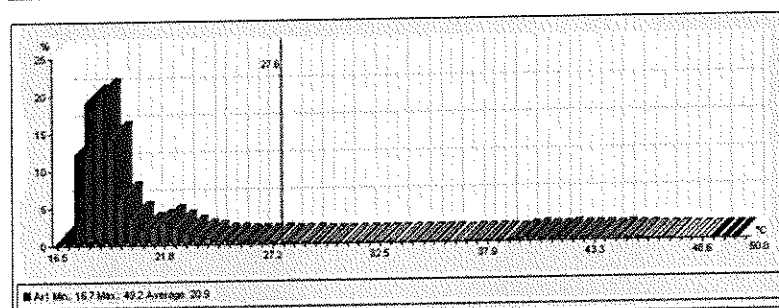


Date	2/23/2026
Image Time	1:13:55 PM
File name	FLIR16443.jpg
Max. Temperature	60.1 °C
Min. Temperature	7.7 °C

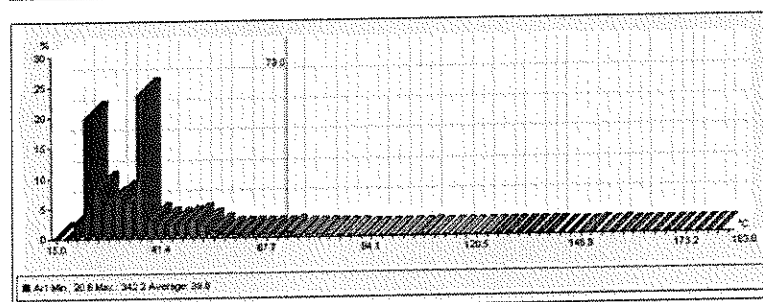


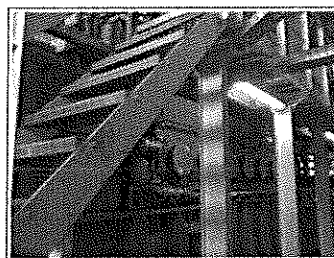
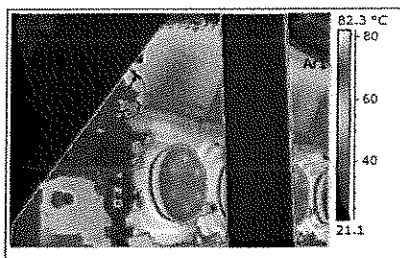


Date	2/23/2026
Image Time	1:14:06 PM
File name	FLIR16445.jpg
Max. Temperature	54.8 °C
Min. Temperature	16.7 °C

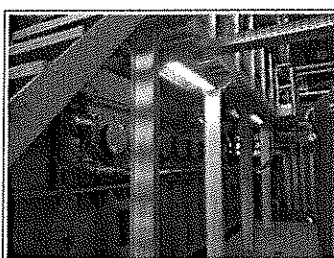
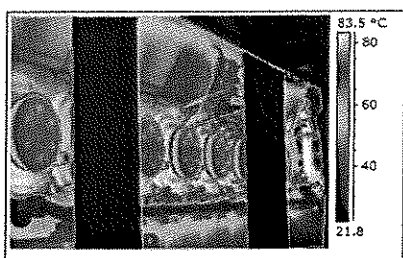
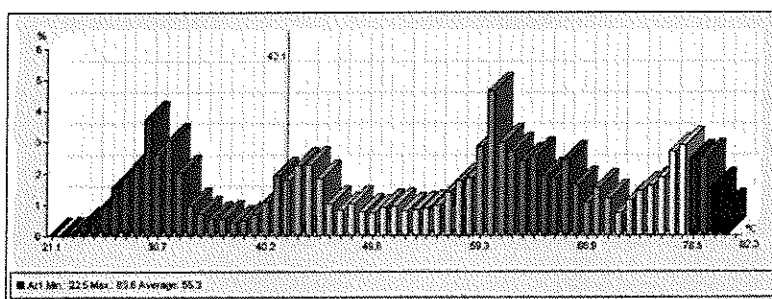


Date	2/23/2026
Image Time	1:14:18 PM
File name	FLIR16447.jpg
Max. Temperature	342.2 °C
Min. Temperature	11.3 °C

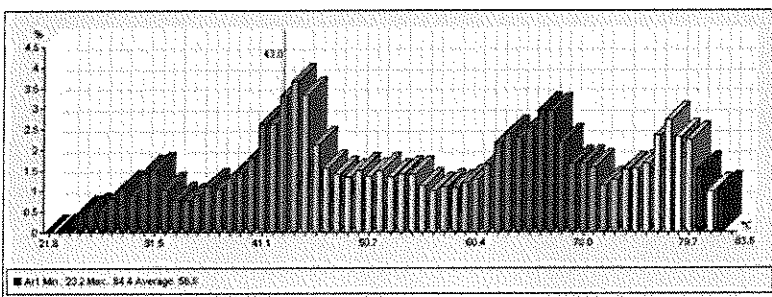




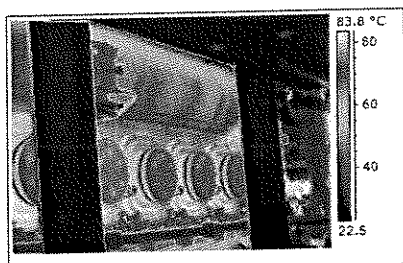
Date	2/23/2026
Image Time	1:14:36 PM
File name	FLIR16449.jpg
Max. Temperature	83.6 °C
Min. Temperature	21.0 °C



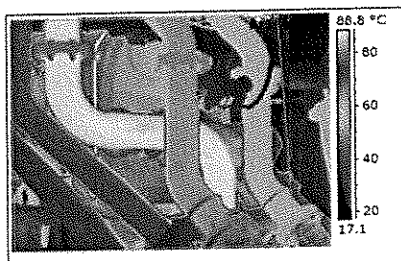
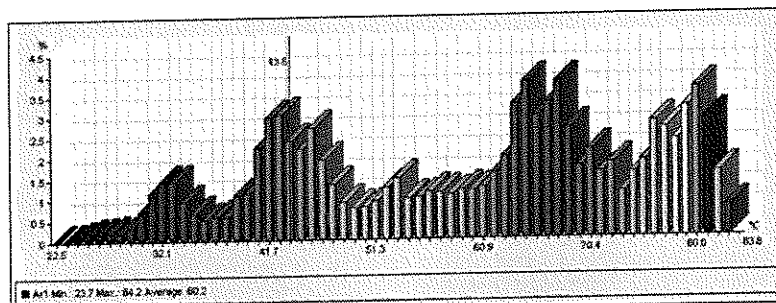
Date	2/23/2026
Image Time	1:14:46 PM
File name	FLIR16451.jpg
Max. Temperature	84.4 °C
Min. Temperature	20.8 °C



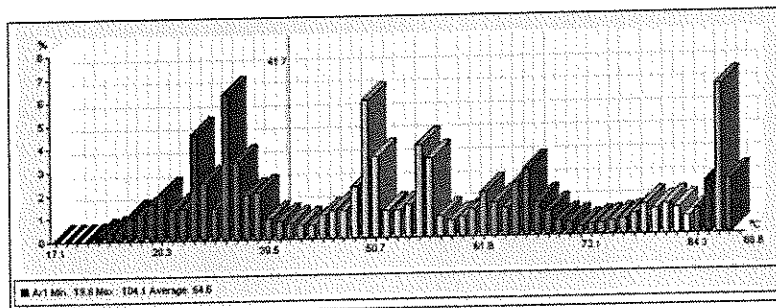
Digitalizare Procese - Educație Digitală - Eficiență Energetică - Tehnologii SMART - Service & Mentenanță

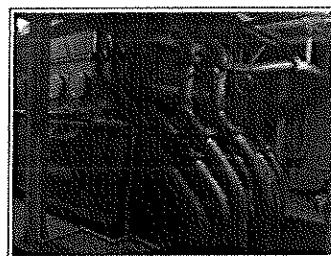
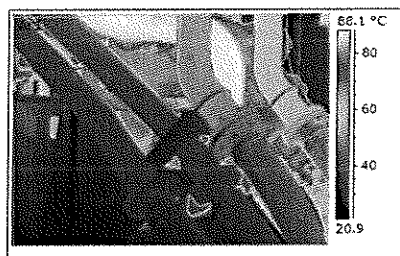


Date	2/23/2026
Image Time	1:14:57 PM
File name	FLIR16453.jpg
Max. Temperature	86.8 °C
Min. Temperature	20.5 °C

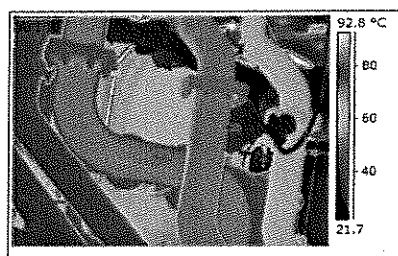
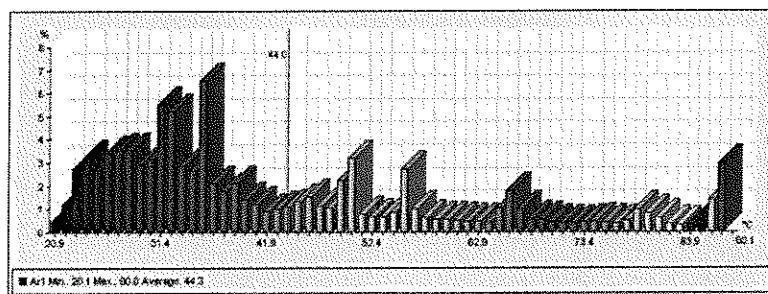


Date	2/23/2026
Image Time	1:15:18 PM
File name	FLIR16455.jpg
Max. Temperature	107.0 °C
Min. Temperature	16.1 °C

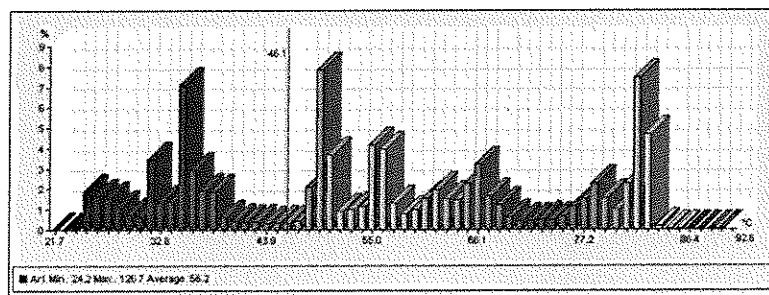




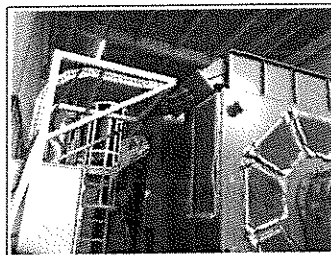
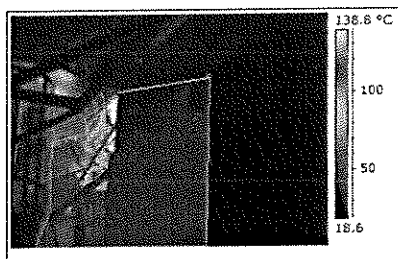
Date	2/23/2026
Image Time	1:15:27 PM
File name	FLIR16457.jpg
Max. Temperature	90.0 °C
Min. Temperature	20.1 °C



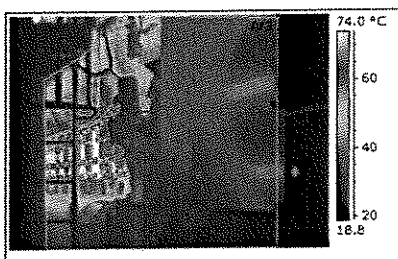
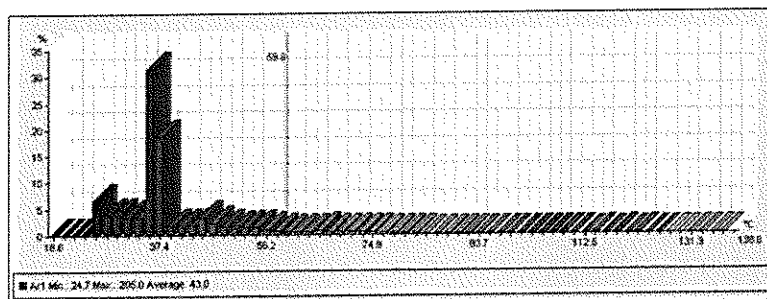
Date	2/23/2026
Image Time	1:15:59 PM
File name	FLIR16459.jpg
Max. Temperature	126.7 °C
Min. Temperature	16.8 °C



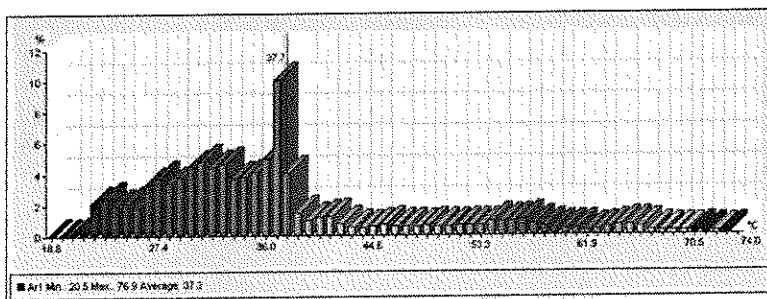
Digitalizare Procese - Educație Digitală - Eficiență Energetică - Tehnologii SMART - Service & Mentenanță

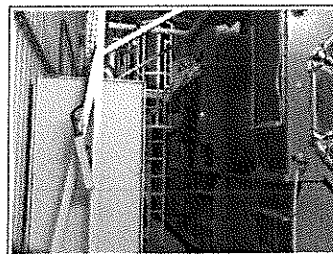


Date	2/23/2026
Image Time	1:16:26 PM
File name	FLIR16461.jpg
Max. Temperature	205.0 °C
Min. Temperature	18.4 °C

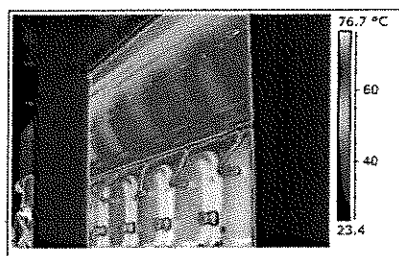
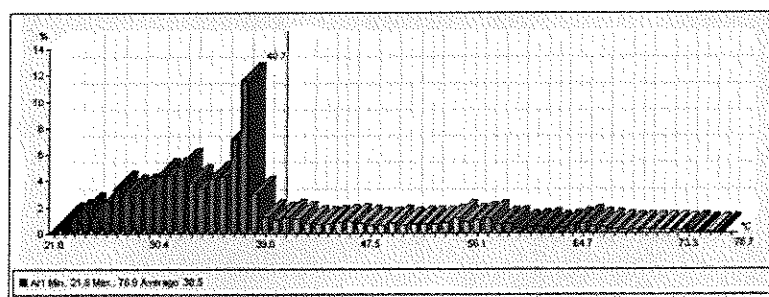


Date	2/23/2026
Image Time	1:16:39 PM
File name	FLIR16463.jpg
Max. Temperature	104.5 °C
Min. Temperature	18.1 °C

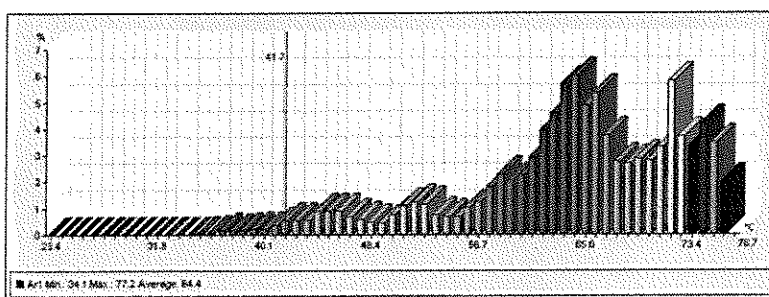




Date	2/23/2026
Image Time	1:16:49 PM
File name	FLIR16465.jpg
Max. Temperature	116.2 °C
Min. Temperature	21.7 °C



Date	2/23/2026
Image Time	1:17:12 PM
File name	FLIR16469.jpg
Max. Temperature	78.2 °C
Min. Temperature	22.2 °C



Analize de gaze arse ale echipamentelor cuprinse în conturul de bilanț

Motor de cogenerare 1		Motor de cogenerare 2	
QUARTZ MATRIX SRL IASI		MULTILYZER NG serie 591	
*****		*****	
MULTILYZER NG serie 591		MULTILYZER NG serie 591	
Ora: 14 30 26		Ora: 14 31 35	
Data: 25 02 26		Data: 25 02 26	
COMBUSTIBIL Gaz metan		COMBUSTIBIL Gaz metan	
O ₂	11.2 %	O ₂	11.3 %
CO	54 ppm	CO	54 ppm
t gaze	52 °C	t gaze	111 °C
CO ₂	5.5 %	CO ₂	5.5 %
Pierd.	3.4 %	Pierd.	8.1 %
NO	46 ppm	NO	40 ppm
SO ₂	0 ppm	SO ₂	0 ppm
NO _x	48 ppm	NO _x	41 ppm
Lambda	2.14	Lambda	2.16
t aer	7.2 °C	t aer	5.6 °C
dif t	44.8 °C	dif t	105.4 °C
Tiraj	---	Tiraj	---
Random	95.6 %	Random	91.9 %
Pct c	43.0 °C	Pct c	42.8 °C
Ref O ₂	3.0 %	Ref O ₂	3.0 %
t cazan	0 °C	t cazan	0 °C
indice f	---	indice f	---
Reziduu	---	Reziduu	---

Cazan de abur

MULTILYZER NG serie 591	

Ora: 14 24 33	
Data: 25 02 26	
COMBUSTIBIL Gaz metan	
O ₂	3.5 %
CO	16 ppm
t gaze	110 °C
CO ₂	9.9 %
Pierd.	4.9 %
NO	44 ppm
SO ₂	0 ppm
NO _x	46 ppm
Lambda	1.20
t aer	5.9 °C
dif t	104.1 °C
Tiraj	---
Random	95.1 %
Pct c	54.6 °C
Ref O ₂	3.0 %
t cazan	0 °C
indice f	---
Reziduu	---

ROMÂNIA
Județul Iași
Primăria Municipiului Focșani
PREȘEDINTE DE ȘEDINȚĂ,
Victor Dumitru

Contrasemnează,
SECRETAR GENERAL AL MUNICIPIULUI
FOCȘANI,
Marta -Carmen Ghiuță

ROMÂNIA
JUDEȚUL VRANCEA
MUNICIPIUL FOCȘANI
CONSILIUL LOCAL



Anexa 2
la Hotărârea nr. 144
din 30 aprilie 2026

Bd. Bucuresti Nr. 4, Focsani, COD 620144

Tel 0237/212.400 / Fax 0237/214.110

Nr. inreg R.C. : J2024040505006

C.U.I. : 50867719



Apro
DIRECTOR
ING. CARNARIU VASILE

**Documentația privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor
energici termice aferente SACET Municipiul Focșani**

**Director Tehnic
SING. CIOCILDAU PUIU**

1. Informații generale privind descrierea componentelor SACET

SC ENTEL SA Foșani titular al licenței ANRE pentru exploatarea comercială de producere a energiei electrice și termice în cogenerare nr. 2611 din 15.04.2025 și licența ANRE pentru prestarea serviciului de alimentare centralizată cu energie termică nr. 2610 din 15.04.2025.

SC ENTEL SA Foșani este operatorul de termoficare al municipiului Focșani și are ca obiect de activitate producerea, transportul, distribuția și furnizarea de energie termică și producția și furnizarea de energie electrică (numai pentru consumatorii racordați direct la barele centralei), activități licențiate de Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei.

Unitatea de producere a energiei termice a fost înființată în anul 1970 ca Centrală Termică de zonă în cadrul fostului Combinat de Prelucrare a Lemnului Focșani. În iunie 1984 a fost transformată în Centrală Electrică de Termoficare (CET) și trecută în subordinea FRE Focșani.

SC ENTET SA Foșani a fost înființată prin desprindere de F.R.E. Focșani a CET, în baza Hotărârii Guvernului nr. 95/1995. La data de 31 octombrie 2001, SC ENET SA Foșani a preluat activitatea de distribuție a energiei termice de la regia locala CUP RA Focșani, pe baza unei hotărâri a Consiliului Local al Municipiului Focșani.

SC ENTEL SA Focșani a preluat în 15 noiembrie 2024 activitatea de la ENET SA, primind în delegare de la UAT Focsani centrala electrica de cogenerare.

ENTEL SA este unicul operator de energie termică din municipiul Focșani. Energia electrică este produsă în cogenerare, deci este dependentă de producerea de energie termică, și este livrată pe Piața angro de energie electrică.

Descrierea capacităților energetice componente ale sistemului supus analizei

Descrierea sursei de producere a energiei termice

Alimentarea cu căldură a municipiului Focșani se realizează printr-un sistem de transport al apei fierbinți și un sistem de distribuție a agenților termici pentru încălzire, respectiv apă caldă de consum.

Energia termică este asigurată dintr-o sursă de producere a energiei termice (care produce și energie electrică) alcătuită din

- două motoare termice (instalații de cogenerare) 6,8/13,6 MWe și 6,634/13,268 MWt
- cazan de apă fierbinte de 50 Gcal/h (CAF 1)
- cazan de abur de 10 t/h (CA)

Vehicularea apei în sistemul de termoficare este asigurată de două pompe de circulație de vară Grundfoss tip NKG 150, $D=553,6\text{ m}^3/\text{h}$, trei pompe de circulație de iarnă Grundfoss tip HS 350, $D=980\text{ m}^3/\text{h}$.

Completarea pierderilor de agent termic din sistemul de termoficare se realizează cu apa dedurizată produsă în stația de tratare chimică a centralei. Apa de adaos necesară pentru circuitul de termoficare este asigurată din stația de tratare chimică de dedurizare, obținută prin metoda natrio-cationică, iar apa necesară alimentării cazanelor energetice provine din stația de tratare chimică de demineralizare.

În prezent, profilul sursei CET ENTEL Focșani este următorul:

Grup de cogenerare cu motor termic și cazan recuperator –(echipamente noi):

- două motoare ROLLS-ROYCE (MT1 și MT2 – zona albastră), putere termică unitară $P_t = 6,634\text{ MW}_t$, putere electrică $P_e = 6,8\text{ MW}_e$, tip B35:40V16AG, funcționând pe gaze naturale, (2 cazane recuperatoare HT tip Enalco, fluid primar –gaze arse, fluid sec – apa de termoficare, sarcina termică 2783 kW ; 2 cazane recuperatoare LT tip Enalco, fluid primar –gaze arse, fluid sec – apa de termoficare, sarcina termică 588 kW);

Agentul termic preia pe rând energia termică de la răcitorul de aer, schimbatorul de căldură LT, răcitorul de chiuloasă și schimbătorul de căldură HT și cedează această energie prin intermediul unui schimbător de căldură în plăci către circuitul de termoficare.

- două schimbatoare de căldură ALFA LAVAL cu puterea termică de $P_t=6,634\text{ MW}_t$.

Unitatea de producere separată a energiei termice – (echipamente noi):

- un cazan de apă fierbinte (CAF 50) de 58 MW_t , cu funcționare pe gaz natural și păcură;
- un cazan de abur de 10 t/h , 8 bar , 176°C , cu funcționare pe gaz natural și păcură.

Descrierea rețelei termice primare

Rețelele termice primare asigură transportul apei fierbinți de la CET la punctele termice. Sistemul de transport al energiei termice este o rețea bitubulară de tip arborescent, având o lungime de traseu de $20,965\text{ km}$. Rețelele termice primare au diametre cuprinse între $D_n 50$ și $D_n 700\text{ mm}$ și sunt compuse din conducte clasice în proporție de $59,38\%$ ($12,448\text{ km}$) și conducte preizolate în proporție de $40,62\%$ ($8,517\text{ km}$).

Descrierea rețelei termice secundare

Rețelele termice secundare asigură distribuția agentului termic pentru încălzire și a apei calde de consum de la punctele termice la consumatori.

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt sisteme arborescente, având o lungime totală de traseu de 60,935 km, fiind alcătuite din conducte de distribuție a agentului termic de încălzire (bitubular) și conducte de distribuție a apei calde de consum (monofilar). Conductele de distribuție au fost reabilitate în proporție de 62,22% (37,915 km), în sistem preizolat.

Conductele preizolate sunt confecționate din oțel pentru diametre de peste DN 100 și cu PEX pentru diametre sub DN 100 pe circuitul de încălzire și din oțel zincat sau PEX pentru apa caldă de consum și pentru recircularea acesteia. Izolația este din spumă de poliuretan protejată de o manta exterioară din polietilenă de înaltă densitate. Conductele preizolate din oțel sunt prevăzute cu fire de semnalizare a avariilor.

Punctele termice

În municipiul Focșani sunt racordate la sistemul de termoficare un număr de 54 de puncte termice urbane și trei substații de scară de bloc, aflate în exploatarea S.C. ENTEL S.A. Focșani în baza unui contract de delegare.

În perioada 2001-2021 au fost modernizate 36 de puncte termice și trei substații de scară de bloc. De asemenea au fost modernizate rețelele de distribuție, cu conducte preizolate și conductele de recirculare a apei calde de consum.

Cele 54 de puncte termice asigură racordarea indirectă a instalațiilor de încălzire la rețeaua primară prin intermediul schimbătoarelor de căldură și prepararea apei calde de consum.

Din totalul de 54 de puncte termice, 18 PT sunt integral reabilitate (inclusiv partea de construcții), complet automatizate și contorizate, cu fonduri europene.

Aceste puncte termice reabilitate sunt dotate cu echipamente de reglare automată a debitului de agent primar în scopul reglării temperaturii apei în circuitul secundar de încălzire funcție de temperatura exterioară și a temperaturii apei calde de consum la o valoare fixată la 50-60 °C.

Modulele PT au sisteme moderne de comandă și control, sunt automatizate și contorizate pe toate circuitele (primar, adaos, secundar: încălzire; acc; recirculare acc), sunt prevăzute cu schimbătoare de căldură cu placi noi, atât pentru încălzire cât și pentru apa caldă de consum, module de expansiune-adaos, stații de dedurizare pentru încălzire și sisteme de împiedicare a depunerilor pentru acc.

Totodată, modulele PT sunt echipate cu electropompe de circulație încălzire și recirculare a.c.c. moderne, alimentate prin convertizoare de frecvență, care asigură turația variabilă a pompelor în funcție de consum.

La clădirile PT s-au înlocuit complet instalațiile electrice și tehnologice aferente și s-au realizat lucrări de reparații capitale a construcțiilor (fațade, acoperișuri, înlocuire ferestre, uși etc.)

Investițiile realizate anterior, numai la instalațiile din PT, s-au făcut la 19 puncte termice și la cele 3 module termice de scară de bloc și sunt detaliate după cum urmează:

-în perioada 2001-2006 au fost reabilitate și automatizate 9 puncte termice și 3 module termice de scară de bloc, cu precizarea ca nu au sisteme de împiedicare a depunerilor pentru acc. și pompele pentru circulația apei pentru încălzire au turație constantă.

-în perioada 2008-2009 au fost reabilitate și automatizate 9 puncte termice, cu precizarea că nu au sisteme de împiedicare a depunerilor pentru acc. și pompele pentru circulația apei pentru încălzire au turație constantă.

În anul 2014 a fost reabilitat și automatizat încă un PT, în aceleași condiții.

Restul de 17 puncte termice rămase sunt cu echipamente vechi, respectiv schimbătoare de căldură cu plăci, pompe de circulație încălzire mari față de necesar de tip Criș, fără recircularea apei calde de consum, vase de expansiune închise, bazine de adaos din tablă cu pompe de adaos de tip Sadu – SDF, fără automatizare, stații de dedurizare și fără sisteme de împiedicare a depunerilor pentru acc..

În punctele termice nemodernizate (vechi) s-au montat doar 9 pompe de circulație încălzire cu turație variabilă și 9 pompe de recirculare a apei calde de consum.

Punctele termice modernizate sunt dotate cu echipamente și accesorii necesare transmiterii informațiilor la distanță în timp real.

În acest an se afla în curs de execuție Etapa III a proiectului Primăriei Municipiului Focșani cu fonduri europene „Reabilitarea sistemului de termoficare urbană la nivelul Municipiului Focșani pentru perioada 2009-2028 în scopul conformării la legislația de mediu și creșterii eficienței energetice”, cuprinzând 3,635 km de traseu de rețele primare, în soluție modernă cu sistem preizolat legat, reabilitarea a 6 puncte termice (construcții și instalații) și reabilitarea rețelelor secundare aferente acestor puncte termice, care au o lungime de traseu de 7,170 km.

Regimuri de funcționare

În prezent producția de energie termică și electrică în cogenerare de înaltă eficiență se realizează cu motoarele termice și pentru sursele de vârf iarna, în funcție de temperatura exterioare, cu un cazan de apă fierbinte, după cum urmează:

- în regim de iarnă, apa fierbinte este produsă în regim de cogenerare, prin intermediul celor două motoare termice ($2 \times 6,8 \text{ MW}_e$ și $2 \times 6,634 \text{ MW}_t$) + cazan abur sau cazan de apă fierbinte, în funcție de temperaturile exterioare și cererea de energie termică, furnizarea agentului termic pentru apă caldă 24 ore/zi, iar pentru încălzire în funcție de temperaturile exterioare.

- În regim de vară, apa fierbinte este produsă în regim de cogenerare, cu un singur motor termic, încărcat în funcție de necesarul de energie termică al Municipiului pentru asigurarea apei calde de consum, într-un regim de 12-16 ore/zi, apa caldă fiind furnizată 24 ore/zi, având sistem de recirculare.

Situația consumatorilor racordați

Din numărul total de 29.405 apartamente existente în Municipiul Focșani, la sfârșitul anului 2025 mai erau branșate la sistemul centralizat de alimentare cu căldură circa 8495 de locuitori (apartamente + case), 172 agenți economici (școli, grădinițe, instituții publice și agenți economici), alimentate la SACET, ceea ce reprezintă circa 30%. Principalii clienți ai operatorului local de termoficare SC ENTEL SA Focșani sunt formați din: populație și unități ale autorității locale (școli, grădinițe, spitale, așezăminte sociale, sedii autorități) cât și agenți economici.

2. Perioada / anul pentru care a fost realizat bilanțul

Pentru a obține rezultate relevante cu privire la regimul de funcționare, având în vedere factorii de influență cum ar fi variația temperaturilor exterioare, fluctuația parametrilor de preparare și furnizare a apei calde de consum din cauza variațiilor mari ale consumului pe parcursul unei zile sau la sfârșit de săptămână, variația cererii de agent termic pentru încălzire, cât și structura conturului de bilanț, perioada de timp pentru care s-a realizat bilanțul a fost de un an calendaristic, 01.01.2025-31.12.2025 .

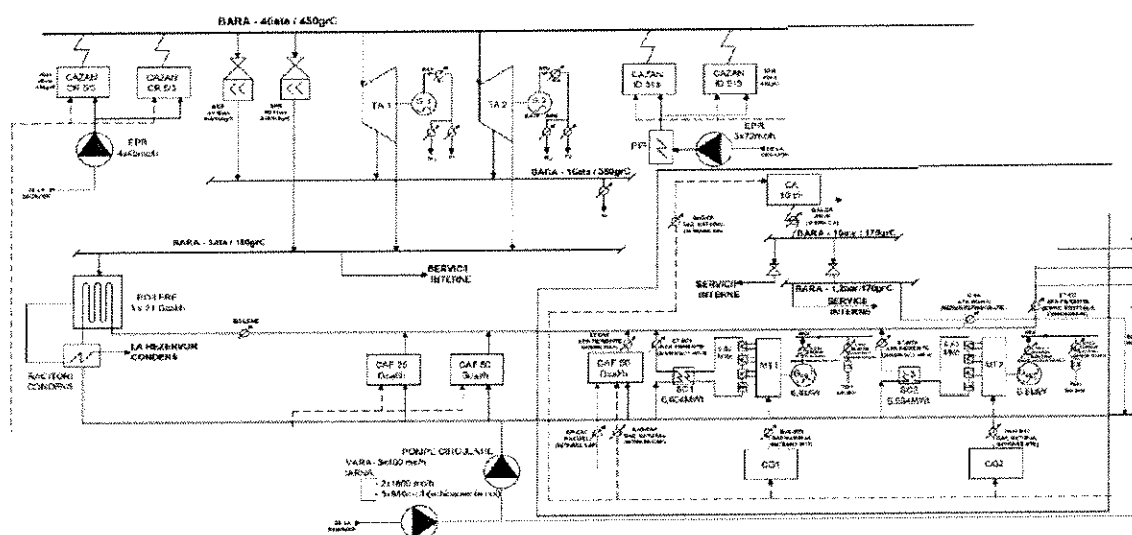
Pentru sistemul de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) al Municipiului Focșani s-a considerat conturul de bilanț, limita fizică a branșamentelor termice (legătura fizică dintre o rețea termică și instalațiile proprii ale unui utilizator) având ca puncte de măsură grupurile de măsurare a energiei termice.

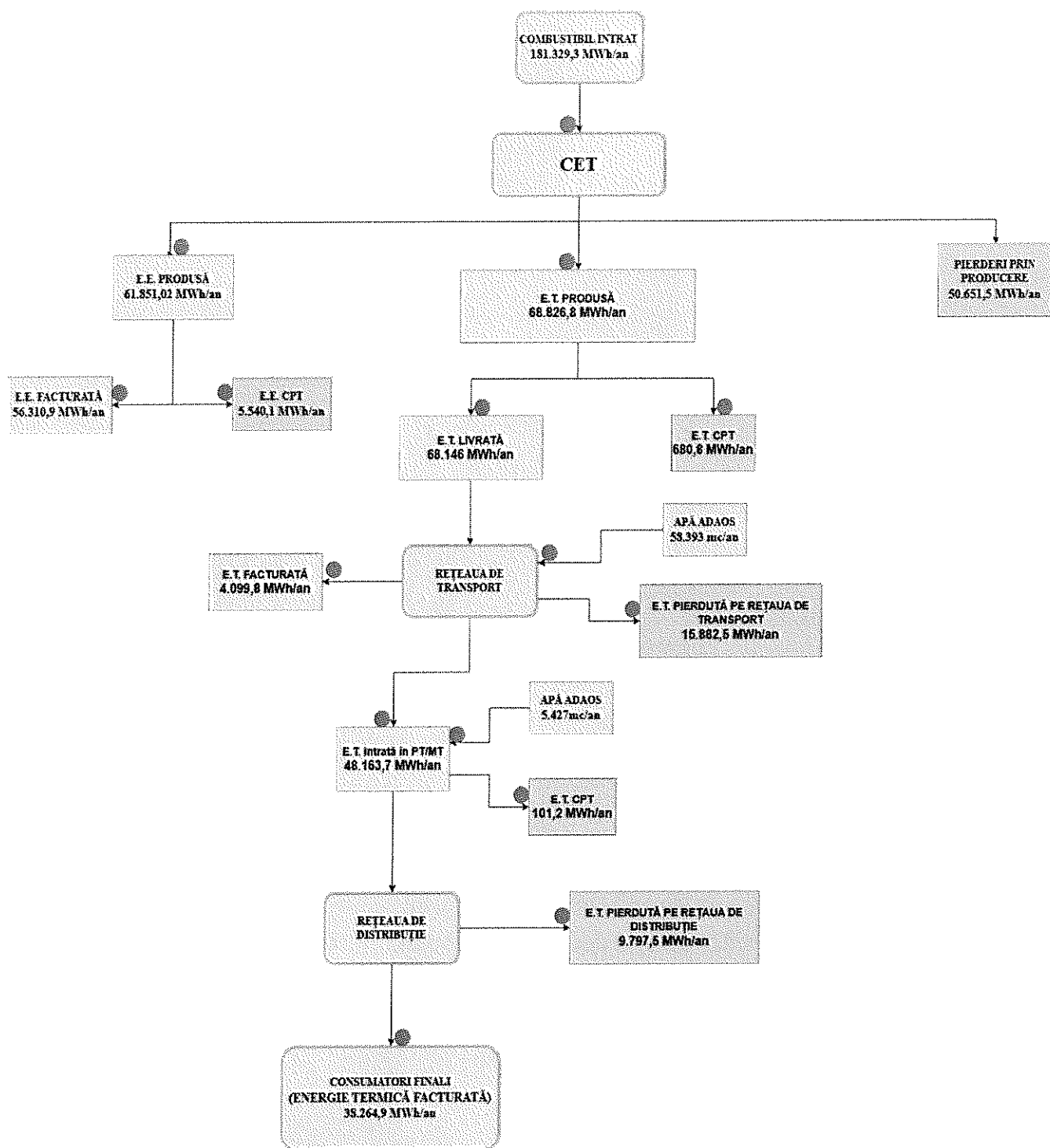
Conturul de bilanț cuprinde:

- CET
- Rețeaua de transport (primară)
- PT/MT și rețeaua de distribuție (secundară)

3. Schema simplificată a SACET, cu puncte de măsură, date de intare și rezultate de calcul

Schema fluxului tehnologic CET – S.C. ENTEL S.A. Focșani





4. Tabel sintetic cu datele și rezultatele de bilanț

1. Producere: CET,CT, CTZ racordate la RT

Parametru	UM	Determinare	Bilanț real	Bilanț tehnologic
Energie primară intrată în centrale (cu combustibilul)	MWh/an	(1) = (3) + (5) + (7)	181.329,3	
	%	(2) = 100 %	100%	
Pierderi de producere (electrice și termice)	MWh/an	(3) -capitol 4/pag. 39 & 43	56.872,4	
	%	(4) = 100 x (3) / (1)	31,4%	
- din care, pierderi cu gazele de ardere la coș	MWh/an	(3.1) -capitol 4/pag. 43	48.052,1	
	%	(4.1) = 100 x (3.1) / (1)	26,5%	
Energie electrică facturată	MWh/an	(5) -capitol 4 /pag. 54	56.310,9	
	%	(6) = 100 x (5) / (1)	31,1%	
Energie termică livrată în RT	MWh/an	(7) -capitol 4/pag. 41	68.146,0	
	%	(8) = 100 x (7) / (1)	37,6%	

2. Transport: RT

Energie intrată	MWh/an	(9) = (11) + (13) + (15)	68.146,0	58.272,0
	%	(10) = 100 %	100%	100%
Pierderi în RT (inclusiv MT, dacă e cazul)	MWh/an	(11) -capitol 4/pag. 44 & 45 & 46	15.882,6	11.464,0
	%	(12) = 100 x (11) / (9)	23,3%	19,7%
- din care, pierderi prin radiație/ convecție	MWh/an	(11.1) -capitol 4/pag.46	13.116,8	10.017,5
	%	(12.1) = 100 x (11.1) / (9)	19,2%	17,2%
Energie termică vândută la consumatori din RT (direct și/sau prin MT)	MWh/an	(13) -capitol 4/pag. 44 & 46	4.099,8	4.099,8
	%	(14) = 100 x (13) / (9)	6,0%	7,0%
Energie termică livrată în RD	MWh/an	(15) -capitol 4/pag. 46 & 47 & 50	48.163,7	42.708,2
	%	(16) = 100 x (15) / (9)	70,7%	73,3%

3. Distribuție: RD racordată la RT

Energie intrată	MWh/an	(17) = (19) + (21) [=(15)]	48.163,7	42.708,2
	%	(18) = 100 %	100%	100%
Pierderi în RD (inclusiv PT/ST)	MWh/an	(19) -capitol 4/pag. 47 & 50	9.898,7	4.443,3
	%	(20) = 100 x (19) / (17)	20,6%	10,4%
- din care, pierderi prin radiație/ convecție	MWh/an	(19.1) -capitol 4/pag. 50	9.601,8	3.787,6
	%	(20.1) = 100 x (19.1) / (17)	19,9%	8,9%
Energie termică vândută la consumatori din RD	MWh/an	(21) -capitol 4/pag. 47 & 50	38.264,9	38.264,9
	%	(22) = 100 x (21) / (17)	79,4%	89,6%

5. Analiza justificativă a pierderilor reale de energie termică comparativ cu pierderile tehnologice de energie termică și a parametrilor / indicatorilor specifici bilanțului tehnologic

Pentru calculul **bilanțului termoeenergetic real** la nivelul echipamentelor producătoare de energie electrică și termică precum și la nivelul rețelei de transport și distribuție, s-au folosit datele înregistrate precum și măsurătorile energetice efectuate de auditor. Pierderile masice de apă fierbinte la nivelul rețelelor de transport și distribuție au fost monitorizate și înregistrate.

Pentru calculul **bilanțului termoeenergetic tehnologic** s-au luat în considerare relațiile de calcul pentru pierderi tehnologice prezentate în capitolul 2 al lucrării “Elaborare și analiza bilanț termoeenergetic pentru sistemul de alimentare centralizată cu energie termică din Municipiul Focsani”

Pentru calculul pierderilor tehnologice prin radiație și convecție s-a utilizat o izolație cu o conductivitate termică ideală, care are randamentul cel puțin 80% și pierderea de temperatură mai mică decât 0,5 K/km, iar în cazul pierderilor masice s-a considerat pierderea de 0,2% din volumul rețelei, conform Ordinului 113/2022.

La nivelul bilanțului termooenergetic real la nivelul echipamentelor consumatoare de gaz metan din cadrul CET Focșani se remarcă următoarele:

- Energia termică utilă înmagazinată în apa fierbinte tur are procentul de 35,1% din totalul de energie termică dezvoltată prin arderea combustibilului;
- Energia electrică produsă de motoarele de cogenerare are procentul de 32,3% din totalul de energie termică dezvoltată prin arderea combustibilului;
- Energia termică pierdută la nivelul gazelor arse reprezintă aproximativ 31,3% din totalul de energie termică dezvoltată prin arderea combustibilului;
- Energia termică pierdută la nivelul suprafețelor echipamentelor consumatoare de gaz metan reprezintă 0,9% din totalul de energie termică dezvoltată prin arderea combustibilului;
- Energia termică pierdută la nivelul apei de răcire a motoarelor de cogenerare reprezintă 0,1% din energia termică dezvoltată prin arderea combustibilului.

La nivelul bilanțului termooenergetic real la nivelul SACET se remarcă următoarele:

Energia termică utilă livrată la gardul centralei reprezintă aproximativ 37,6% din totalul energiei termice dezvoltate prin arderea combustibilului

Energia termică utilă facturată direct din rețeaua de transport reprezintă aproximativ 6,00% din energia termică livrată la gardul centralei;

Rețeaua de transport a funcționat continuu pe tot parcursul anului înregistrând un număr de **8.760 ore/an**, din care **3.840 ore** în perioada de vară și **4.920 ore** în perioada de iarnă.

Punctele termice și rețeaua de distribuție au funcționat distinct în funcție de destinația agentului termic: astfel, pentru încălzire s-a înregistrat un număr de **3.926 ore/an**, iar pentru prepararea apei calde de consum, s-au înregistrat **8.760 ore/an**, **4.920 ore** în sezonul rece și **3.840 ore** în perioada de vară.

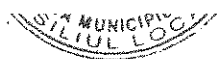
Pierderile totale reale în rețeaua de transport au fost de 15.882,6 MWh/an (**23,3%**), față de 11464 MWh/an (**19,7%**) în situația tehnologică. Diferența între valorile reale și cele normate se datorează deteriorării izolației conductelor, pierderilor accidentale, precum și variației cererii de agent termic cauzate de debranșările continue a consumatorilor de la rețea, ceea ce rezultă la o supradimensionare a rețelei în comparație cu cererea, lucruri care afectează performanța energetică a SACET.

În rețeaua de distribuție, pierderile totale reale au fost de 9.898,7 MWh/an (inclusiv PT) adică un procent de aproximativ **20,6%**, comparativ cu 4.443,3 MWh/an (**10,4%**) în bilanțul tehnologic. Această diferență poate fi atribuită variației de agent termic pentru încălzire și apă caldă de consum, deteriorării izolației conductelor față de situația normată, a funcționării în gol a rețelei și a debranșărilor consumatorilor de la rețea, ceea ce conduce la supradimensionarea instalației.

Analiza comparativă între bilanțurile reale și tehnologice evidențiază faptul că pierderile reale în transport și distribuție depășesc valorile normate, fiind posibil generate de factorii de exploatare: degradarea izolației, pierderi accidentale, variații de debit, temperatură și debranșările continue a consumatorilor. Bilanțul tehnologic oferă un reper pentru evaluarea eficienței energetice și planificarea măsurilor de optimizare, iar bilanțul real reflectă condițiile concrete de funcționare și consum.

PREȘEDINTE DE ȘEDINȚĂ,

Victor Dumitru



Contrasemnează,

**SECRETAR GENERAL AL MUNICIPIULUI
FOCȘANI,**

Marta -Carmen Ghiuță