



# BILANȚ TERMOENERGETIC

al Sistemului de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) din Mun. Făgăraș

**Operator: SPAET Făgăraș**  
Str. Teiului nr.22, Mun. Făgăraș, jud. Brașov

Elaborat de:  
**TOTAL ENERGY SOLUTIONS SRL**  
AUDITOR ENERGETIC AUTORIZAT

**An de referință: 2023**

SACET FĂGĂRAȘ

SPAET 

## BILANȚ TERMOENERGETIC

al Sistemului de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET)  
din Municipiul Făgăraș

Operator SACET:  
SPAET FĂGĂRAȘ

Elaborat de:

**SC TOTAL ENERGY SOLUTIONS SRL**

auditor energetic autorizat



**Colectiv:** ing. Cătălin DIACONU  
drd.ing. Georgiana Ancuța MORARU

**AUGUST 2024**

## CUPRINS:

1. ASPECTE GENERALE .....	4
1.1. Acte normative aplicabile .....	7
1.2. Principii și ipoteze de calcul .....	8
1.3. Sursa datelor utilizate în calcule .....	8
2. CONTURUL DE BILANȚ .....	9
2.1. Definiții .....	9
2.2. Conturul de bilanț. Caracteristici tehnice ale instalațiilor din conturul de bilanț .....	10
2.2.1. Centralele termice de cvartal .....	20
2.2.2. Rețelele de distribuție .....	36
3. STABILIREA UNITĂȚII DE TIMP ASOCIATE BILANȚULUI .....	47
4. APARATE DE MĂSURĂ FOLOSITE. CARACTERISTICI ȘI CLASE DE PRECIZIE .....	48
4.1. Camera de termoviziune ThermoCAM™ E45 – FLIR Systems .....	49
4.2. Analizorul de gaze multifuncțional TESTO 300 XXL .....	51
5. ECUAȚII DE BILANȚ. BREVIARE DE CALCUL .....	53
5.1. Breviar de calcul pentru cazanele de apă caldă .....	53
5.2. Breviar de calcul pentru instalațiile de conducte .....	57
5.2.1. Expresia generală a pierderii de căldură .....	57
5.2.2. Calculul pierderii de căldură la conductele aeriene .....	57
5.2.3. Calculul pierderii de căldură la conductele subterane în canale termice .....	59
5.2.4. Calculul pierderii de căldură la conductele preizolate îngropate în pământ .....	61
6. BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL .....	62
6.1. Bilanțul termooenergetic real al surselor de producere energie termică .....	62
6.1.1. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 1 .....	62
6.1.2. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 2 .....	65
6.1.3. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 3 .....	68
6.1.4. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 4 .....	71
6.1.5. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 5 .....	74
6.1.6. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 7 .....	77
6.1.7. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 8 .....	80
6.1.8. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 9 .....	83
6.1.9. Bilanțul termooenergetic real anual pe conturul general al centralelor termice .....	86
6.2. Bilanțul real anual al rețelelor de distribuție energie termică .....	89
6.3. Bilanțul real anual pe conturul general al sistemului de termoficare .....	95
7. PIERDERILE TEHNOLOGICE PE REȚELELE DE DISTRIBUȚIE .....	97
7.1. CT 1 - Tudor Vladimirescu .....	98
7.2. CT 2 - 13 Decembrie .....	101
7.3. CT 3 - Vasile Alecsandri .....	104
7.4. CT 4 - Zona Gării .....	107
7.5. CT 5 – Centru II .....	110
7.6. CT 7 - Câmpului .....	113
7.7. CT 8 - Sere .....	116
7.8. CT 9 - Spital .....	119
7.9. Pierderile tehnologice totale anuale pe rețelele de distribuție .....	122
7.10. Sinteza pierderilor reale și tehnologice .....	122
8. ANALIZA BILANȚULUI REAL. CONCLUZII ȘI OBSERVAȚII .....	124
8.1. Analiza bilanțului real al surselor de producere energie termică (CTC) .....	124
8.2. Analiza pierderilor reale și tehnologice pe rețelele de distribuție (RD) .....	125



## 1. ASPECTE GENERALE

Prezenta lucrare are ca obiectiv elaborarea bilanțului termoeenergetic pe conturul sistemului de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) din Municipiul Făgăraș, operat de **Serviciul Public de Alimentare cu Energie Termică în sistem centralizat în Mun. Făgăraș**. Lucrarea este realizată în baza contractului de prestări servicii nr. 772/12.06.2024, încheiat între SPAET Făgăraș, în calitate de beneficiar, și Total Energy Solutions SRL (TESROM), auditor energetic autorizat, posesoare a autorizației de auditor energetic persoană juridică nr. 0046 din 10.01.2024, acordată de Ministerul Energiei, în calitate de prestator.

Lucrarea este elaborată în conformitate cu precizările din Ghidul de Elaborare a Auditurilor Energetice, aprobat prin Decizia ANRE nr. 2123 din 23.09.2014, în baza prevederilor art. 9 din Legea nr. 121 din 04.08.2014, cu modificările și completările ulterioare, cu respectarea prevederilor Ordinului ANRE nr. 113 din 07.09.2022 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 lucrarea de bilanț energetic sunt detaliate aspecte legate de funcționarea sistemului de producere, transport și distribuție a energiei termice din Municipiul Făgăraș, sistem aflat în exploatarea SPAET Făgăraș, în calitate de operator al Serviciului Public de Alimentare cu Energie Termică din municipiul Făgăraș, titular al Licenței nr.2239 acordată de ANRE la data de 07.10.2020.

Municipiul Făgăraș (fig. 1.1, 1.2), se află situat pe traseul șoselei DN1, la 66 km de orașul Brașov și 76 km de orașul Sibiu, pe malul râului Olt, aproape de poalele Munților Făgăraș, având o populație de 30.714 locuitori și o suprafață de 36,41 km<sup>2</sup>.



Din punct de vedere geografic, municipiul Făgăraș este situat în zona denumită Țara Făgărașului, una dintre cele mai vechi și importante zone geografice și etno-culturale din România. Această zonă se mai numește Țara Oltului și se învecinează cu Țara Loviștei, Țara Bârsei și Țara Amlașului.



Înainte de Unirea Transilvaniei cu România, orașul a fost centrul administrativ al comitatului Făgăraș, iar între 1920 și 1950 a fost reședința județului Făgăraș.

Se poate spune că Municipiul Făgăraș se află situat fix în centrul țării, întrucât la ieșirea din Făgăraș spre Brașov se află centrul geografic al României. Coordonatele exacte ale punctului respectiv sunt 45°50' latitudine nordică și 24°59' longitudine estică.



**Fig. 1.1. Municipiul Făgăraș – harta satelitară (sursa: Google maps)**









**Fig. 1.3. Municipiul Făgăraș – vedere aeriană cu zona centrală a orașului și Cetatea Făgărașului**



**Fig. 1.4. Municipiul Făgăraș – vedere aeriană cu centrul orașului și Catedrala Sfântul Ioan Botezătorul**

### **1.1. Acte normative aplicabile**

Bilanțul termoeenergetic real și bilanțul tehnologic pe conturul Sistemului de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) din Municipiul Făgăraș sunt elaborate **pentru anul de referință Iunie 2023 – Mai 2024**, în conformitate cu prevederile următoarelor acte normative:



- Ordin ANRE nr.113 din 07.09.2022, publicat în Monitorul Oficial, Partea I, la data de 12.09.2022;
- Legea serviciului public de alimentare cu energie termică nr. 325/2006, republicată în Monitorul Oficial nr. 217 din data de 16 martie 2023;
- Legea nr. 121 / 2014 privind eficiența energetică, cu modificările și completările ulterioare;
- Ghidul de elaborare a auditurilor energetice, aprobat prin Decizia ANRE nr. 2123 din 23.09.2014.

## 1.2. Principii și ipoteze de calcul

Bilanțul termooenergetic real al rețelelor de distribuție (RD) a energiei termice se întocmește pornind de la înregistrările contorilor de energie termică existenți, respectiv contorii generali de la intrarea în rețele (pentru energia termică livrată din CT de cvartal în RD / la gardul centralei) și contorii de energie termică de la consumatorii finali (amplasați la limita de proprietate, pe bransamentul de racordare la rețelele termice de distribuție a energiei termice – agent termic de încălzire, respectiv apă caldă de consum, două caz).

Bilanțul termooenergetic tehnologic se obține pornind de la pierderile tehnologice calculate pentru rețelele de distribuție, pentru care se prezintă breviarul de calcul în Cap. 5, energia livrată în rețele fiind recalculată ca suma dintre energia termică facturată consumatorilor (din bilanțul termooenergetic real) și valorile absolute ale pierderilor tehnologice pe rețele, conform precizărilor de la Secțiunea B, punctul IV.5 din Anexa 2 la Procedura de avizare a documentației aprobată prin Ordin ANRE nr.113 din 07.09.2022.

În acest sens, pierderile tehnologice se determină conform precizărilor din literatura de specialitate referitoare la calculul fluxului termic liniar de la agentul termic din interiorul conductelor către mediul ambiant, metodă care ține cont de rezistențele termice de transfer al căldurii ale tuturor materialelor de pe direcția fluxului (perete conductă, strat de izolație termică, strat de protecție izolație / manta, sol etc.), conform precizărilor din *Cap. 5. Ecuații de bilanț. Breviar de calcul.*

De asemenea, calculul pierderilor tehnologice se bazează pe date de intrare verificate și validate, și anume: temperaturile medii ale agentului termic tur-retur în sezonul rece, respectiv în sezonul cald, temperaturile exterioare medii – iarna/vara, adâncimea de montare a conductelor în sol, duratele de funcționare ale sistemului în sezonul rece și în cel cald, conductivitatea termică a materialelor pe direcția fluxului termic, care determină rezistența termică la transferul căldurii etc.).

## 1.3. Sursa datelor utilizate în calcule

În calculul bilanțului termooenergetic real s-au utilizat datele de exploatare înregistrate de operator **la nivelul anului de referință (IUNIE 2023 – MAI 2024)** și furnizate auditorului, referitoare la consumurile de combustibil / gaze naturale, cantitățile lunare de energie termică produse (la gardul centralei) și livrate în rețelele de distribuție (RD), respectiv cantitățile de energie termică livrate din rețelele de distribuție și facturate consumatorilor finali racordați la acestea.

## 2. CONTURUL DE BILANȚ

### 2.1. Definiții

Bilanț termoeenergetic - reprezintă tipul de bilanț energetic care urmărește contabilizarea fluxurilor de energie termică (inclusiv cea eliberată prin arderea combustibililor).

Contur de bilanț - este suprafața imaginată închisă în jurul unui echipament, instalație, secție, uzină etc. la care se raportează fluxurile de energie care intră, respectiv care ies din contur.

Proces tehnologic - cuprinde o succesiune de activități care concură la realizarea unui produs finit/semifinit, caracteristic agentului economic ce are în patrimoniu tot ce este în conturul de bilanț analizat sau auditat.

Echipament - este agregatul în care se desfășoară un proces tehnologic.

Instalație - este ansamblul rezultat prin conectarea funcțională a mai multor echipamente cu scopul de a se crea condițiile de desfășurare a unui proces tehnologic complex, la sfârșitul căruia rezultă unul sau mai multe produse, intermediare sau finale.

Bilanțul real - se referă la situația în care se găsește, la un moment dat, un echipament (instalație), punând în evidență abaterile valorilor parametrilor reali de la valorile de referință stabilite în bilanțul de recepție, cauzele și soluționarea acestora. Abaterile rezultate reprezintă fie erori de întreținere și exploatare, fie uzură. Bilanțul real se elaborează operând cu cantități de energie măsurate, completate cu valori calculate analitic.

Bilanțul real constituie baza pentru evaluarea potențialului de îmbunătățire a eficienței energetice și/sau de valorificare a resurselor energetice re folosibile.

Pierderi reale – pierderi de energie termică determinate în bilanțul termoeenergetic real aferent componentelor/activităților din cadrul SACET, pe baza datelor măsurate în exploatare în perioada pentru care a fost efectuat bilanțul.

Bilanț optimizat - se elaborează de fiecare dată când se elaborează și bilanțul real. El ia în considerare efectul implementării măsurilor de îmbunătățire a eficienței energetice identificate prin analiza bilanțului real.

Aviz – avizul privind documentația întocmită de operatorul SPAET pe baza bilanțului energetic în SACET, emis de către ANRE în conformitate cu prevederile prezentei proceduri;

Documentație – 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 bilanț – lucrarea de bilanț energetic în SACET, realizată de un auditor energetic autorizat, în baza căreia este întocmită documentația supusă avizării;

SACET – sistem sau sisteme de alimentare centralizată cu energie termică, respectiv infrastructura prin care se realizează serviciul public de alimentare cu energie termică în sistem centralizat, conform prevederilor Legii serviciului public de alimentare cu energie termică nr. 325/2006, cu modificările și completările ulterioare.

Operator SPAET - operator al serviciului public de alimentare cu energie termică în sistem centralizat - operator economic, persoana juridică română sau străină, titular al unei licențe de transport, distribuție și furnizare a energiei termice, prin care i se recunosc competența și capacitatea de a presta activitățile specifice serviciului public de alimentare centralizată cu energie termică în;

Pierderi tehnologice – pierderi de energie termică în componentele SACET/activitățile din cadrul SPAET, determinate în bilanțul termoeenergetic tehnologic conform principiilor/ipotezelor de calcul prevăzute în anexa nr. 2 la Ordinul ANRE 113/2022;

## 2.2. Conturul de bilanț. Caracteristici tehnice ale instalațiilor din conturul de bilanț

Conturul de bilanț pentru care se elaborează prezenta lucrare de bilanț termoeenergetic cuprinde **întregul Sistem de alimentare centralizată cu energie termică (SACET)** din Municipiul Făgăraș, care include 8 surse de producere energie termică (centrale termice de cvartal echipate cu 2 – 4 cazane energetice de apă caldă cu funcționare pe gaze naturale), respectiv rețelele de distribuție racordate la acestea. Operatorul sistemului centralizat este SPAET Făgăraș (fig. 2.1), organism aflat în subordinea Consiliului Local Făgăraș.



**Fig. 2.1. Sediul SPAET Făgăraș, situat în Mun. Făgăraș, str. Teiului nr. 22**

Având în vedere specificul și modul în care sunt organizate activitățile de producere și distribuție a energiei termice, s-au definit 8 sub-contururi de bilanț pentru perioada de referință (**iunie 2023 – mai 2024**), aferente celor 8 centrale termice de cvartal și rețelelor de distribuție aferente, care asigură distribuția energiei termice de la CT-uri la consumatorii finali, sub formă de agent termic de încălzire și apă caldă de consum. Contorizarea energiei la nivelul consumatorilor finali racordați la rețelele de distribuție se realizează la nivelul agentului termic livrat pentru încălzire și apă caldă de consum, pentru majoritatea centralelor termice, cu excepția CT7, unde rețeaua de încălzire este utilizată în acest moment pentru distribuția agentului termic (la temperaturi mai mari) în sistem tur-retur, până la modulele termice de scară care au fost montate la consumatori.





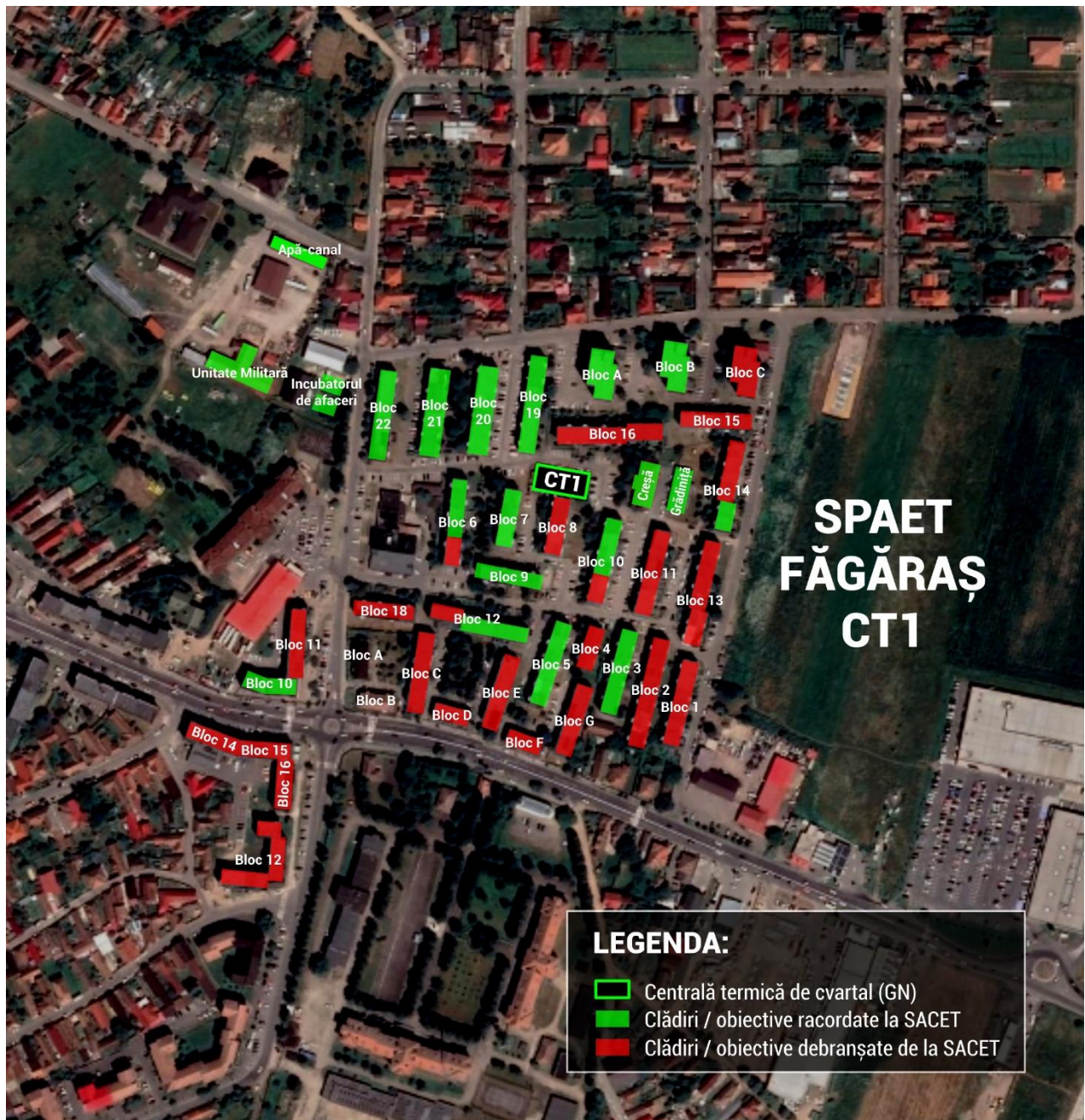
**Fig. 2.2. SACET Făgăraș – amplasamentul celor 8 CT-uri de cvartal pe teritoriul Mun. Făgăraș**





**Fig. 2.3. SACET Făgăraș – imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)**





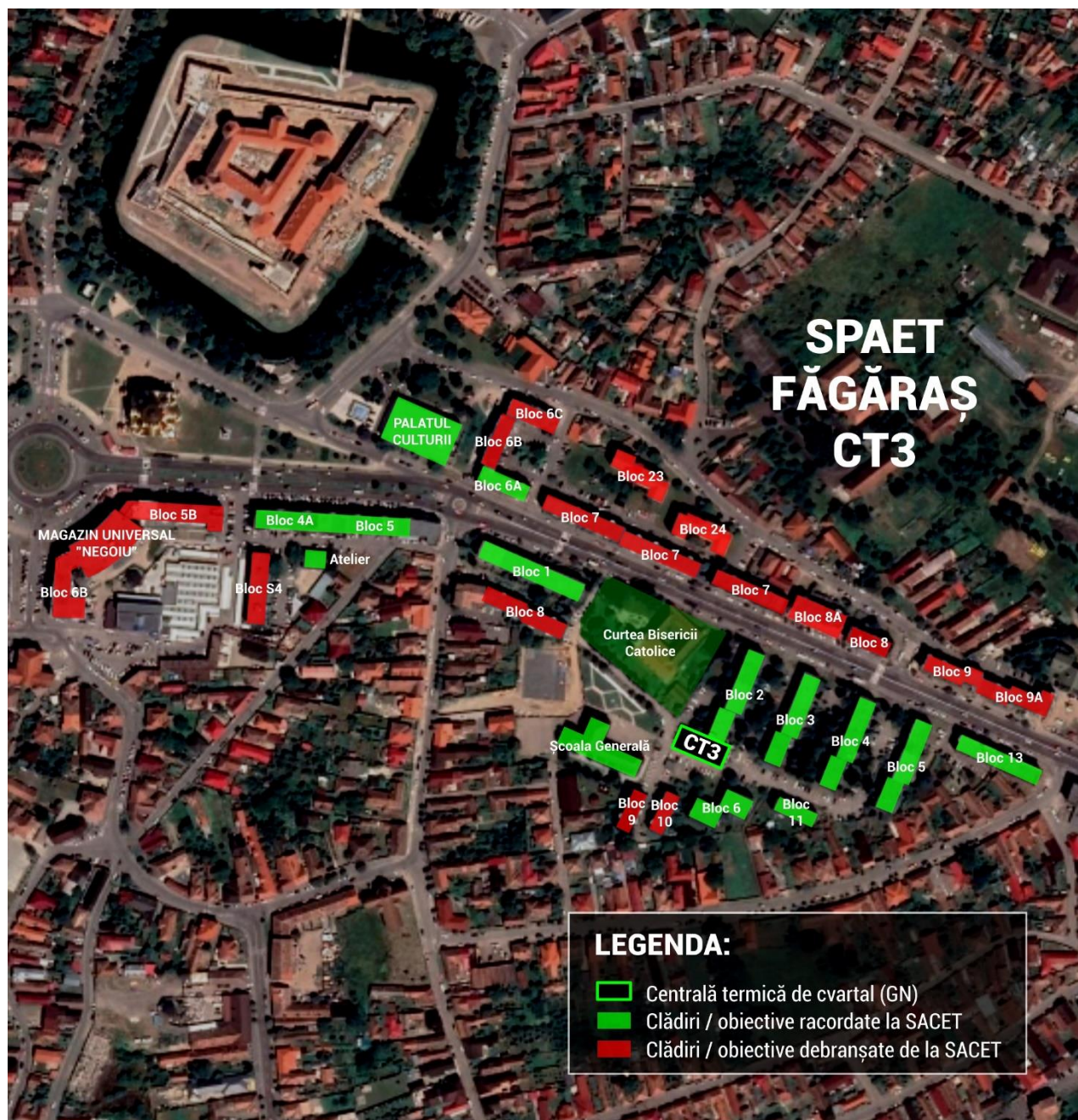
**Fig. 2.4. SACET Făgăraș – CT 1: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)**





**Fig. 2.5. SACET Făgăraș – CT 2: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)**





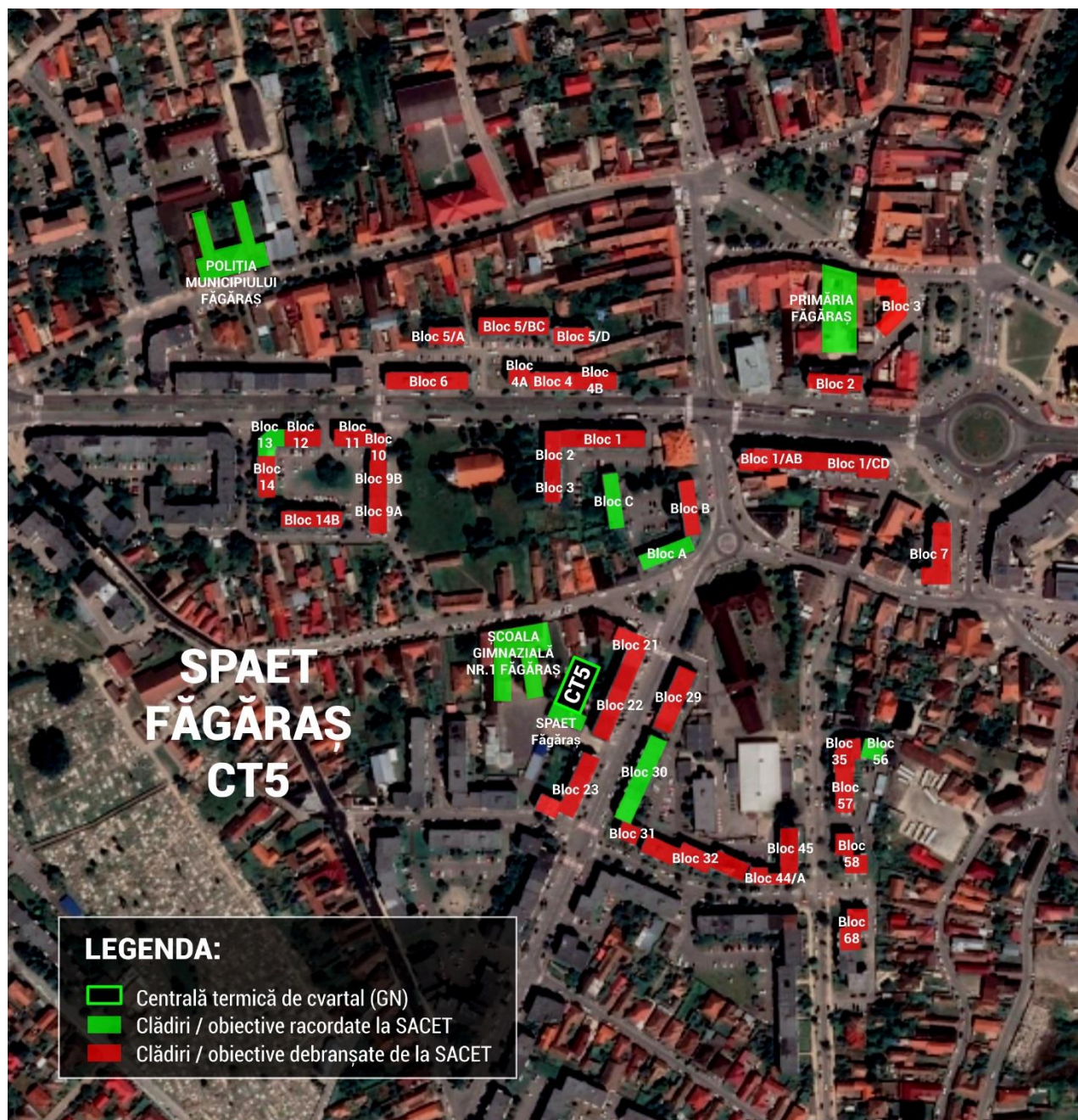
**Fig. 2.6. SACET Făgăraș – CT 3: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)**





**Fig. 2.7. SACET Făgăraș – CT4: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)**





**Fig. 2.8. SACET Făgăraș – CT 5: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)**





**Fig. 2.9. SACET Făgăraș – CT 7: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)**





*Fig. 2.10. SACET Făgăraș – CT 8: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)*





**Fig. 2.11. SACET Făgăraș – CT 9: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat (Spitalul Municipal Făgăraș)**

Caracteristicile tehnice ale celor 8 centrale termice de cvartal incluse în conturul de bilanț sunt prezentate în paragrafele de mai jos.

### 2.2.1. Centralele termice de cvartal

Centralele termice de cvartal aflate în exploatarea operatorului serviciului de termoficare sunt următoarele:

- CT 1 – Tudor Vladimirescu, cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați la rețeaua de distribuție, pe toată durata anului.
- CT 2 – 13 Decembrie, cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați la rețeaua de distribuție, în special în perioada de vară;



- CT 3 – Vasile Alecsandri, cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați la rețeaua de distribuție, pe toată durata anului;
- CT 4 – Zona Gării, cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați la rețeaua de distribuție, pe toată durata anului;
- CT 5 – Zona Centru II (sediul SPAET Făgăraș), cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați, pe toată durata anului;
- CT 7 - Câmpului, cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați la rețeaua de distribuție, pe toată durata anului;
- CT 8 - Sere, cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați la rețeaua de distribuție, pe toată durata anului;
- CT 9 – Spital, cu funcționare pe gaze naturale, asigură furnizarea agentului termic pentru consumatorii proprii racordați la rețeaua de distribuție, pe toată durata anului.

În cadrul centralelor termice de cvartal sunt cuprinse următoarele instalații și echipamente, prezentate mai jos, pentru fiecare centrală termică în parte.

**• CT 1 - Tudor Vladimirescu**

**Tab. 2.1. Date tehnice CT 1 - Tudor Vladimirescu**

Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-WT-5200 - Q=4 MW (3,4 Gcal/h) - t=95/75°C; PN=6 bar - comb.: gaze naturale	3
2	Electropompe circulație apă cazane	- tip CLM 150-242 D=180m <sup>3</sup> /h; H=12mCA P=11 kW; U=380V	3
3	Pompă înaintașă	Pompa LPDE 80-200/189; P=11 kW	1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 5600 l	1
5	Electropompă ram. C1 circulație apă caldă pentru încălzire	CLM 150-242 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=11 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP 100-125/137 D=100m <sup>3</sup> /h; H=15mCA P=7,5 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3	LP 80-125/133 D=60m <sup>3</sup> /h; H=15mCA P=4kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație ramura C4	LP 100-125/137 D=125m <sup>3</sup> /h; H=20mCA P=7,5 kW; U=380 V	1
9	Electropompă circulație preparare A.C.M. ZONA INALTA	LM 65-200/187; D=25m <sup>3</sup> /h; H=7mCA P=1,5 kW; U=380V	1
10	Electropompă circulație preparare A.C.M. ZONA JOASA	CLM 125-228; D=130m <sup>3</sup> /h; H=7mCA P=5,5kW; U=380V	1
11	convertizor de frecvență pompe	VLT 6005/3 kW	1
12	convertizor de frecvență pompe	VLT 6006/4 kW	1
13	convertizor de frecvență pompe	VLT 6008/5,5 kW	1
14	convertizor de frecvență pompe	VLT 6011/7,5 kW	1
15	convertizor de frecvență pompe	VLT 6011/7,5 kW	1
16	convertizor de frecvență pompe	VLT 6016/11 kW	1
17	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M. ZONA INALTA	Q=0,58 MW (0,5 Gcal/h) - circuit primar:70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2



18	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M. ZONA JOASA	Q=3,024 MW (2,6 Gcal/h) - circuit primar: 70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2
19	Statie Hidrofor pentru apă rece zona înaltă CRE 8-80	- Q=30 m <sup>3</sup> /h (3x10) - H <sub>max</sub> =50 mCA - P=3x3 kW	1
20	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=8 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
21	Sistem de expansie automat ELKOMAT	vas de expansie 5000 l	2

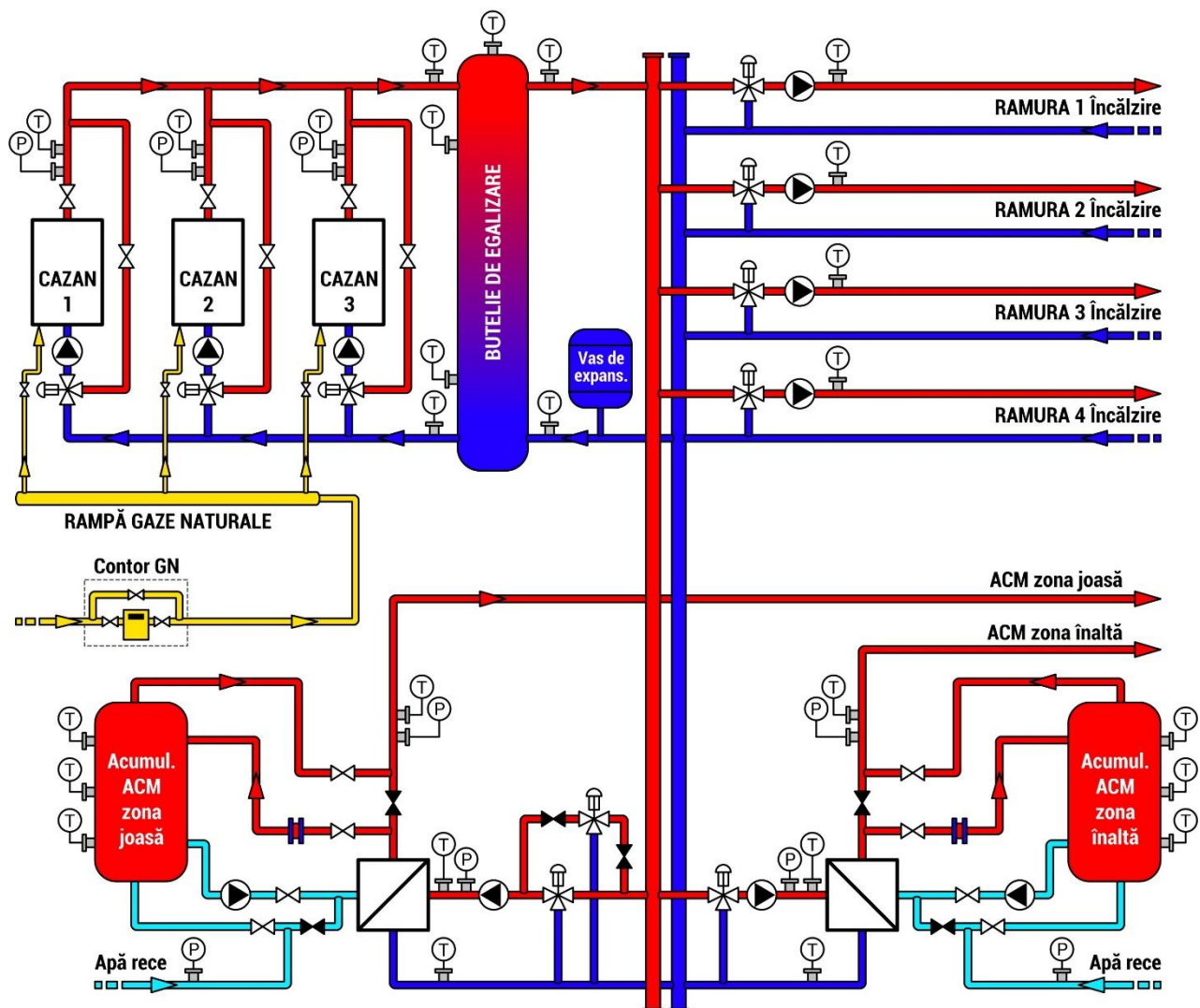






**Fig. 2.12. CT 1, echipată cu 3 cazane LOOS tip UT-WT-5200 – 4000 kW fiecare**

**CENTRALA TERMICĂ CT1 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ**



**Fig. 2.13. Centrala termică CT 1 - schema termomechanică**



• CT 2 - 13 Decembrie

Tab. 2.2. Date tehnice CT 2 - 13 Decembrie

Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-WT-5200 - Q=4 MW (3,4 Gcal/h) - t=95/75°C; PN=6 bar - comb.: gaze naturale	4
2	Electropompe circulație apă cazane	- tip CLM 150-242 D=180m <sup>3</sup> /h; H=12mCA P=11 kW; U=380V	4
3	Pompa înaintașă	Pompa 2 CRE 45-2; P=11 kW	1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 5600 l	1
5	Electropompă ram. C1 circulație apă caldă pentru încălzire	CLM 150-278 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=22 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP100- 160/168 D=100m <sup>3</sup> /h; H=15mCA P=15 kW; U=380 V	2
7	Electropompă circulație ramura C3	CLM 150-278 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=22kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 150-216 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=7,5 kW; U=380 V	1
9	convertizor de frecvență pompe	VLT 6011/7,5 kW	1
10	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
11	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
12	convertizor de frecvență pompe	VLT 6032/22 kW	1
13	convertizor de frecvență pompe	VLT 6032/22 kW	1
14	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M.	Q=1,4 MW (1,2 Gcal/h) - circuit primar: 70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2
15	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=8 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
16	Sistem de expansie automat ELKOMAT	vas de expansie 5000 l	2







• CT 3 - Vasile Alecsandri

Tab. 2.3. Date tehnice CT 3 – Vasile Alecsandri

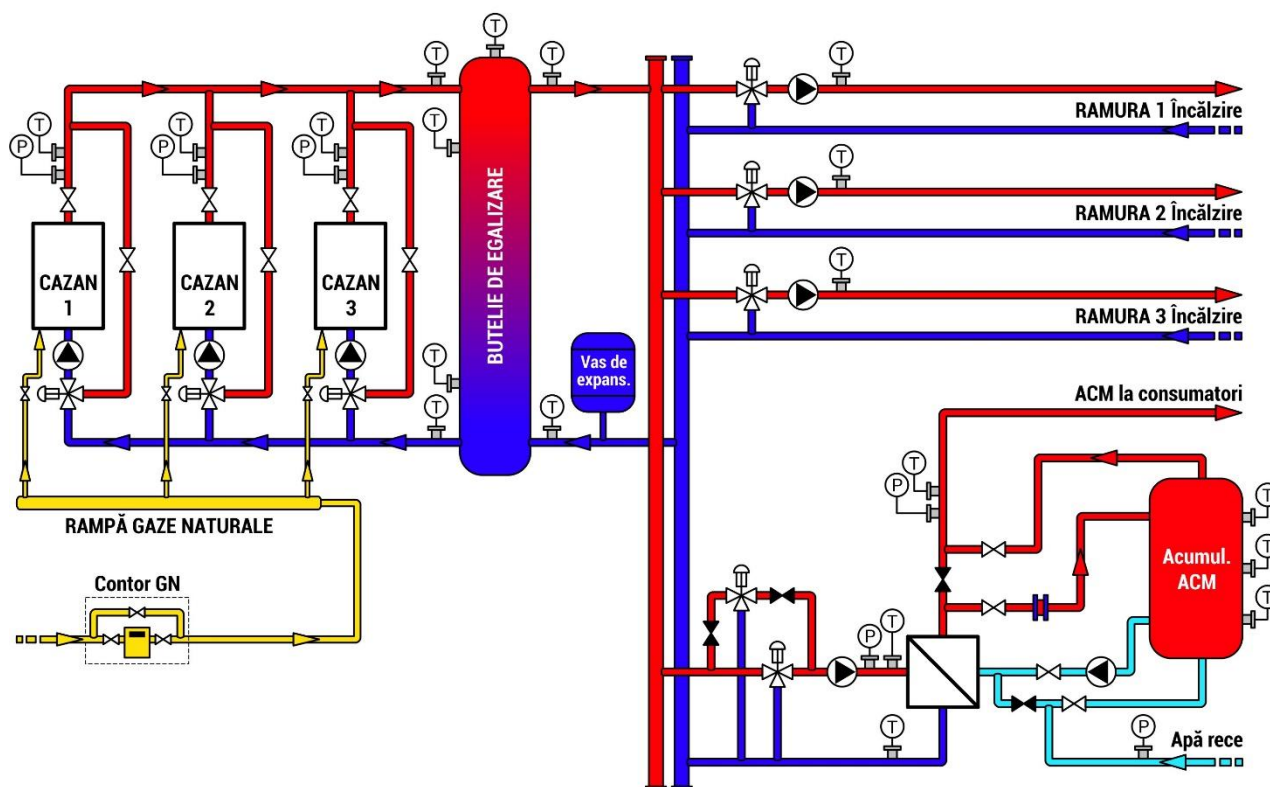
Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-WT-5200 - Q=4 MW (3,4 Gcal/h) - t=95/75°C; PN=6 bar - comb.: gaze naturale	3
2	Electropompe circulație apă cazane	- tip CLM 150-228 D=180m <sup>3</sup> /h; H=12mCA P=11 kW; U=380V	3
3	Pompa înaintașă	Pompa LPDE 80-200/189 11 kW	1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 3200 l	1
5	Electropompă ram. C1 circulație apă caldă pentru încălzire	CLM 150-271 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=18,5 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	CLM 150-228 D=100m <sup>3</sup> /h; H=15mCA P=15 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3	CLM 150-278 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-222 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=5,5 kW; U=380 V	1
9	convertizor de frecvență pompe	VLT 6008/5,5 kW	1
10	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
11	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
12	convertizor de frecvență pompe	VLT 6027/18,5 kW	1
13	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M.	Q=1,4 MW (1,2 Gcal/h) - circuit primar: 70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2
14	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=8 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
15	Sistem de expansie automat ELKOMAT	vas de expansie 4000 l	2





**Fig. 2.16. CT 3, echipată cu 3 cazane LOOS tip UT-WT-5200 – 4000 kW fiecare**

**CENTRALA TERMICĂ CT3 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ**



**Fig. 2.17. Centrala termică CT 3 - schema termomecanică**

**• CT 4 – Zona Gării**

**Tab. 2.4. Date tehnice CT 4 – Zona Gării**

Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-WT-5200 - Q=4 MW (3,4 Gcal/h)	3



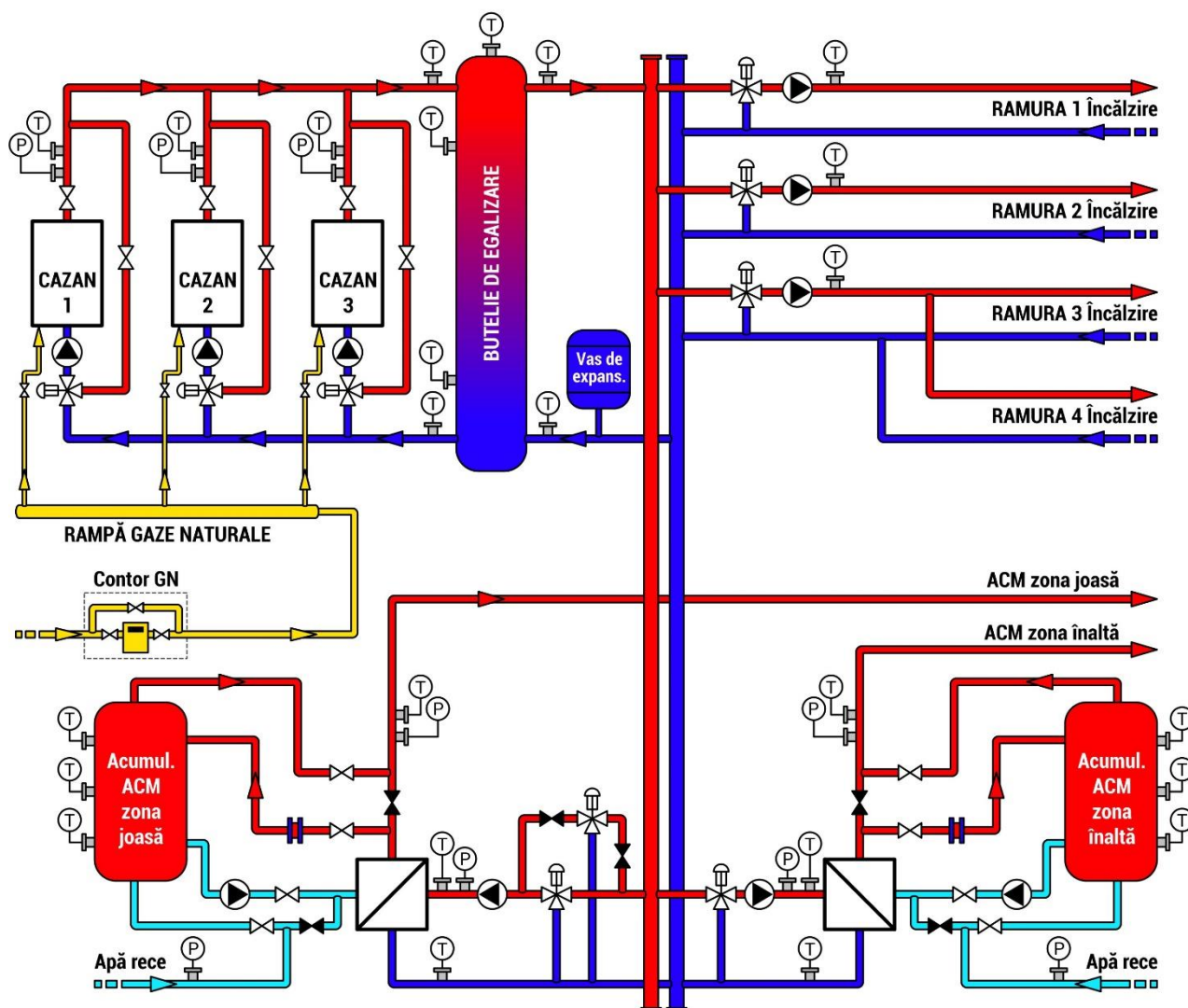
		- t=95/75°C; PN=6 bar - comb.: gaze naturale	
2	Electropompe circulație apă cazane	- tip CLM 150-242 D=180m <sup>3</sup> /h; H=12mCA P=11 kW; U=380V	3
3	Pompa înaintașă	Pompa LPDE 80-200/189 11 kW	1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 3200 l	1
5	Electropompă ram. C1 circulație apă caldă pentru încălzire	CLM 150-278; D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=22 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	CLM 150-273 D=100m <sup>3</sup> /h; H=15mCA P=22 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3-4	LP 100-160/168 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M. ZONA INALTA	LM 65-200/187; D=25m <sup>3</sup> /h; H=7mCA P=1,5 kW; U=380V	1
9	Electropompă circulație preparare A.C.M. ZONA JOASA	CLM 125-228; D=130m <sup>3</sup> /h; H=7mCA P=5,5kW; U=380V	1
10	convertizor de frecvență pompe	VLT 6005/3 kW	1
11	convertizor de frecvență pompe	VLT 6008/5,5 kW	1
12	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
13	convertizor de frecvență pompe	VLT 6032/22 kW	1
14	convertizor de frecvență pompe	VLT 6032/22 kW	1
15	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M. ZONA INALTA	Q=0,58 MW (0,5 Gcal/h) - circuit primar:70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2
16	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M. ZONA JOASA	Q=3,024 MW (2,6 Gcal/h) - circuit primar:70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2
17	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=8 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
18	Sistem de expansie automat ELKOMAT	vas de expansie 4000 l	2





**Fig. 2.18. CT 4, echipată cu 3 cazane LOOS tip UT-WT-5200 – 4000 kW fiecare**

**CENTRALA TERMICĂ CT4 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ**



**Fig. 2.19. Centrala termică CT 4 - schema termomecanică**



• CT 5 – Zona Centru II

Tab. 2.5. Date tehnice CT 5 – Centru II

Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-WT-5200 - Q=4 MW (3,4 Gcal/h) - t=95/75°C; PN=6 bar - comb.: gaze naturale	3
2	Electropompe circulație apă cazane	- tip CLM 150-242 D=180m <sup>3</sup> /h; H=12mCA P=11 kW; U=380V	3
3	Pompa înaintașă	Electropompa tip 2CRE 32 - înaintașă	1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 3200 l	1
5	Electropompă ram. C1 circulație apă caldă pentru încălzire	LP 100-160/155 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP 100-160/155 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3	CLM 150-264 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-242; D=25m <sup>3</sup> /h; H=10mCA P=7,5 kW; U=380V	1
9	convertizor de frecvență pompe	VLT 6011/7,5 kW	1
10	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
11	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
12	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
13	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M.	Q=2,33 MW (2 Gcal/h) - circuit primar:70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2
14	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=8 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
15	Sistem de expansie automat ELKOMAT	vas de expansie 4000 l	2 vase





Fig. 2.20. CT 5, echipată cu 3 cazane LOOS tip UT-WT-5200 – 4000 kW fiecare

**CENTRALA TERMICĂ CT 5 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ**

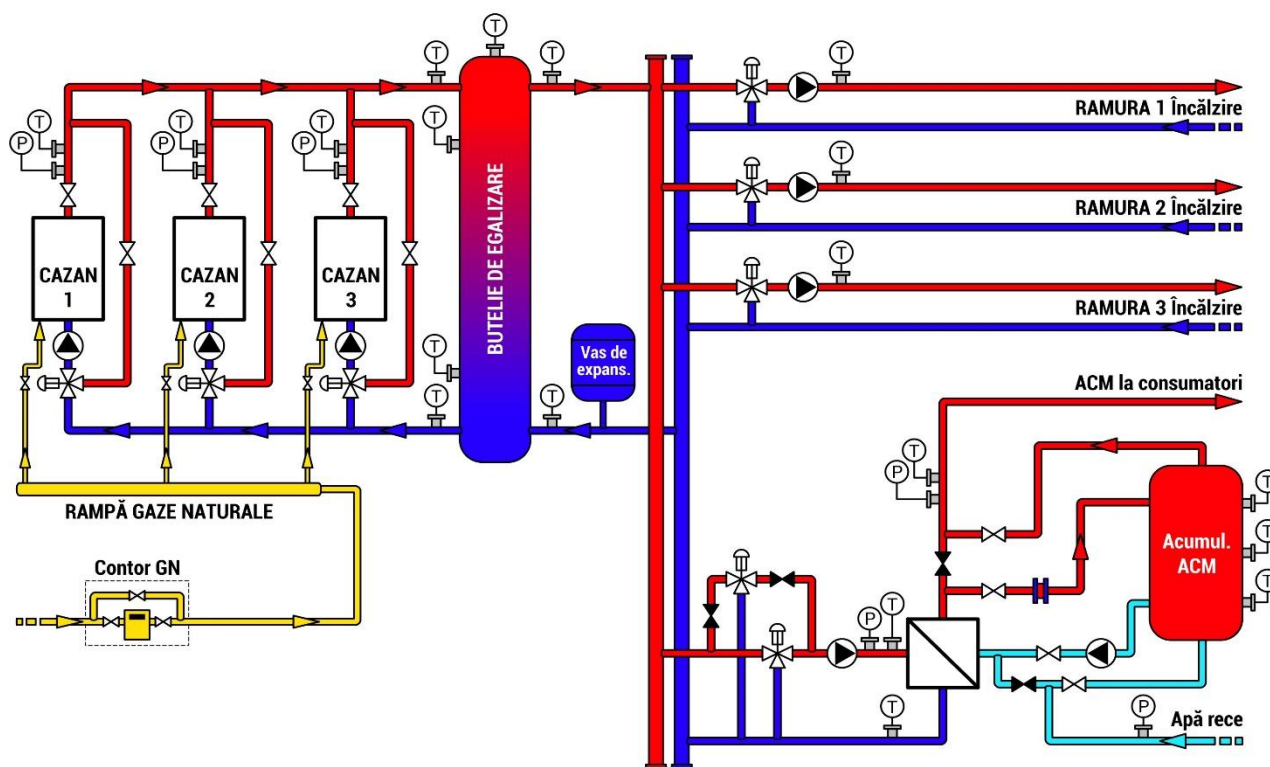


Fig. 2.21. Centrala termică CT 5 - schema termomecanică

**• CT 7 – Câmpului**

**Tab. 2.6. Date tehnice CT 7 – Câmpului**

Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-WT-4150 - Q=3,7 MW (3,18 Gcal/h) - t=95/75°C; PN=6 bar - comb.: gaze naturale	2

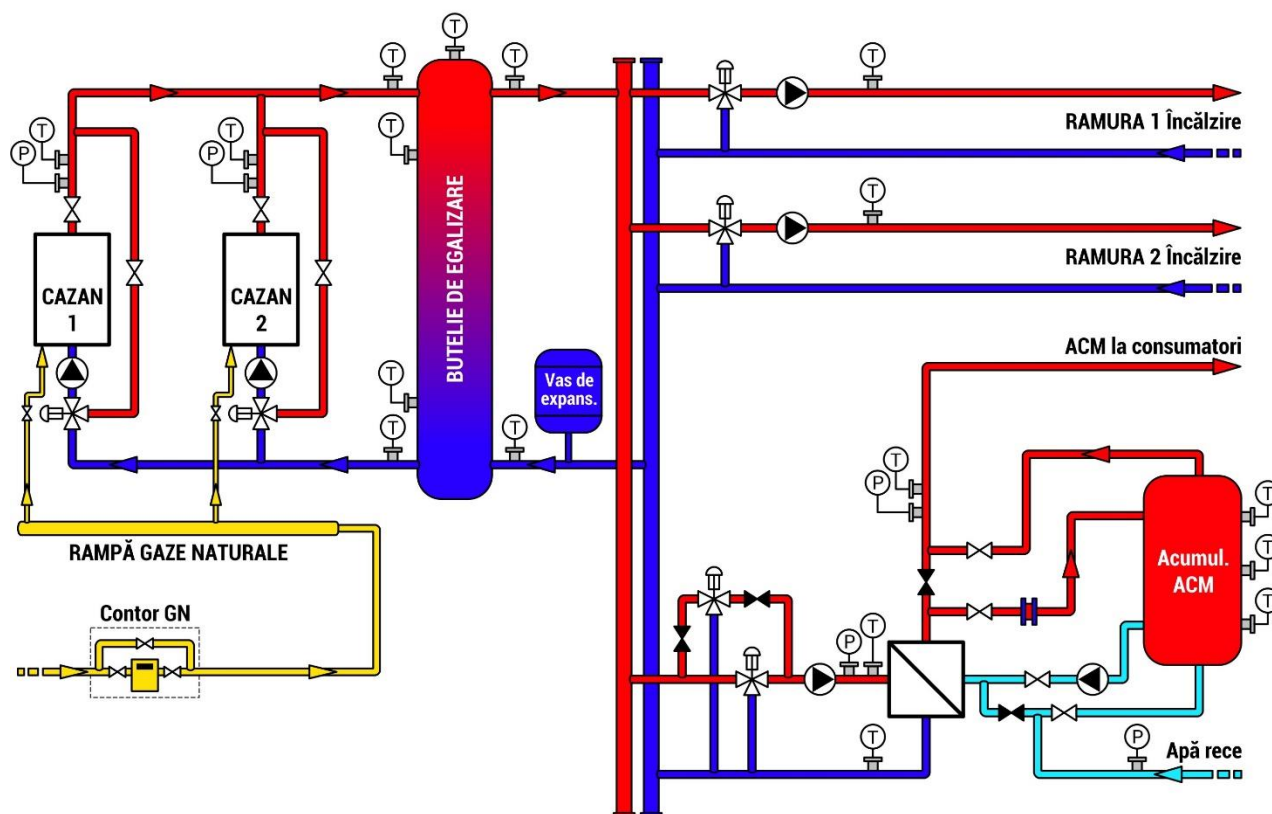


2	Electropompe circulație apă cazane	- tip CLM 125-242 D=180m <sup>3</sup> /h; H=12mCA P=7,5 kW; U=380V	2
3	Pompa înaintașă	Pompa 2CRE 32 - înaintașă	1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 3200 l	1
5	Electropompă ram. C1 circulație apă caldă pentru încălzire	LP 100-160/155 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	CLM 125-242 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
9	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-211; D=25m <sup>3</sup> /h; H=10mCA P=4 kW; U=380V	1
10	convertizor de frecvență pompe	VLT 6006/4 kW	1
11	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
12	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
13	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M.	Q=1,5 MW (1,3 Gcal/h) - circuit primar: 70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2
14	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=5 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
15	Sistem de expansie automat ELKOMAT	vas de expansie 3000 l	2 vase



**Fig. 2.22. CT 7, echipată cu 2 cazane LOOS tip UT-WT-4150 – 3700 kW fiecare**

**CENTRALA TERMICĂ CT7 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ**



**Fig. 2.23. Centrala termică CT 7 - schema termomechanică**

**• CT 8 – Sere**

**Tab. 2.7. Date tehnice CT 8 – Sere**

Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-WT-4150 - Q=3,7 MW (3,18 Gcal/h) - t=95/75°C; PN=6 bar - comb.: gaze naturale	2
2	Electropompe circulație apă cazane	- tip CLM 125-242 D=180m <sup>3</sup> /h; H=12mCA P=7,5 kW; U=380V	2
3	Pompă înaintașă	Electropompa tip 2CRE 32 - înaintașă	1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 3200 l	1
5	Electropompă ram. C1 circulație apă caldă pentru încălzire	LP 100-160/155 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP 100-160/155 D=155m <sup>3</sup> /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
9	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-211; D=25m <sup>3</sup> /h; H=10mCA P=4 kW; U=380V	1
10	convertizor de frecvență pompe	VLT 6006/4 kW	1
11	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
12	convertizor de frecvență pompe	VLT 6022/15 kW	1
13	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M.	Q=1,5 MW (1,3 Gcal/h) - circuit primar:70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	2

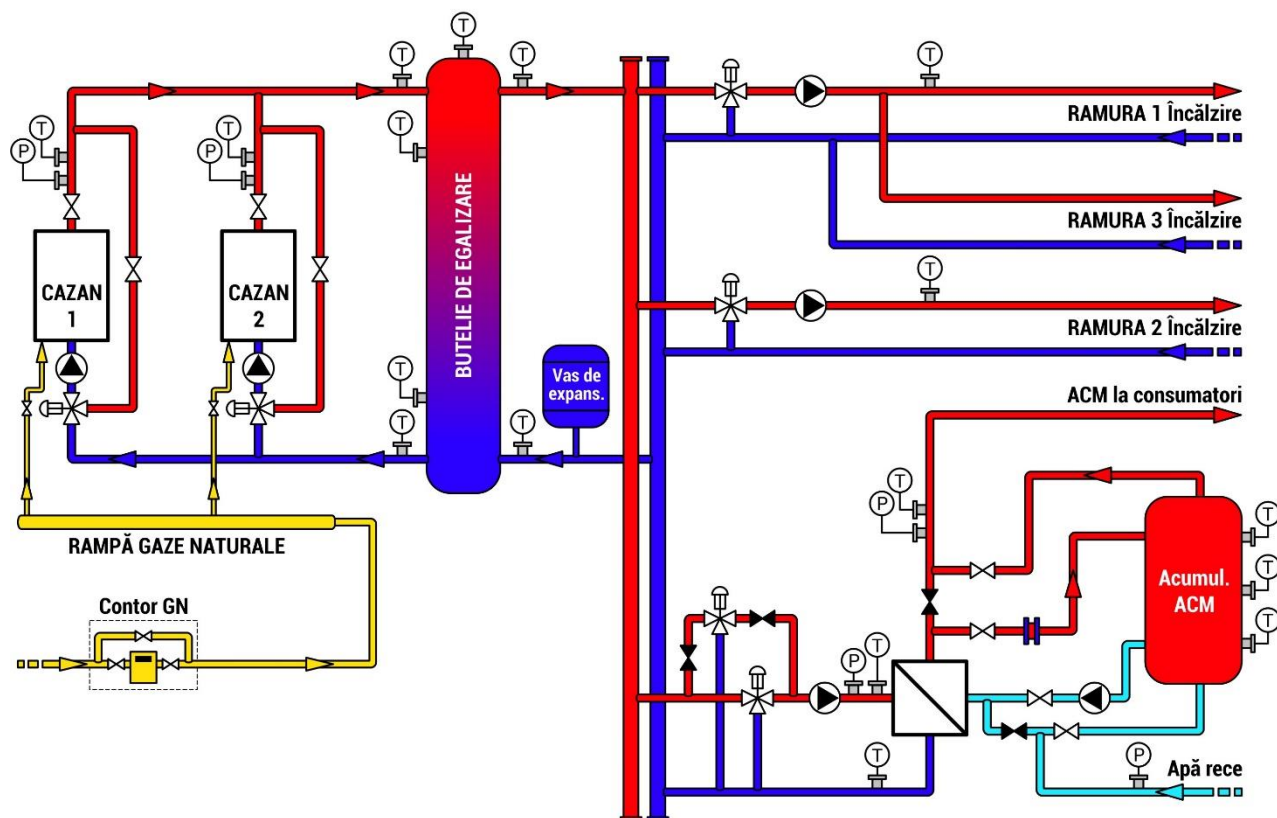


14	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=5 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
15	Sistem de expansie automat ELKOMAT	vas de expansie 3000 l	2 vase



**Fig. 2.24. CT 8, echipată cu 2 cazane LOOS tip UT-WT-4150 – 3700 kW fiecare**

**CENTRALA TERMICĂ CT8 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ**



**Fig. 2.25. Centrala termică CT 8 - schema termomechanică**

**• CT 9 – Spital**

**Tab. 2.8. Date tehnice CT 9 – Spital**

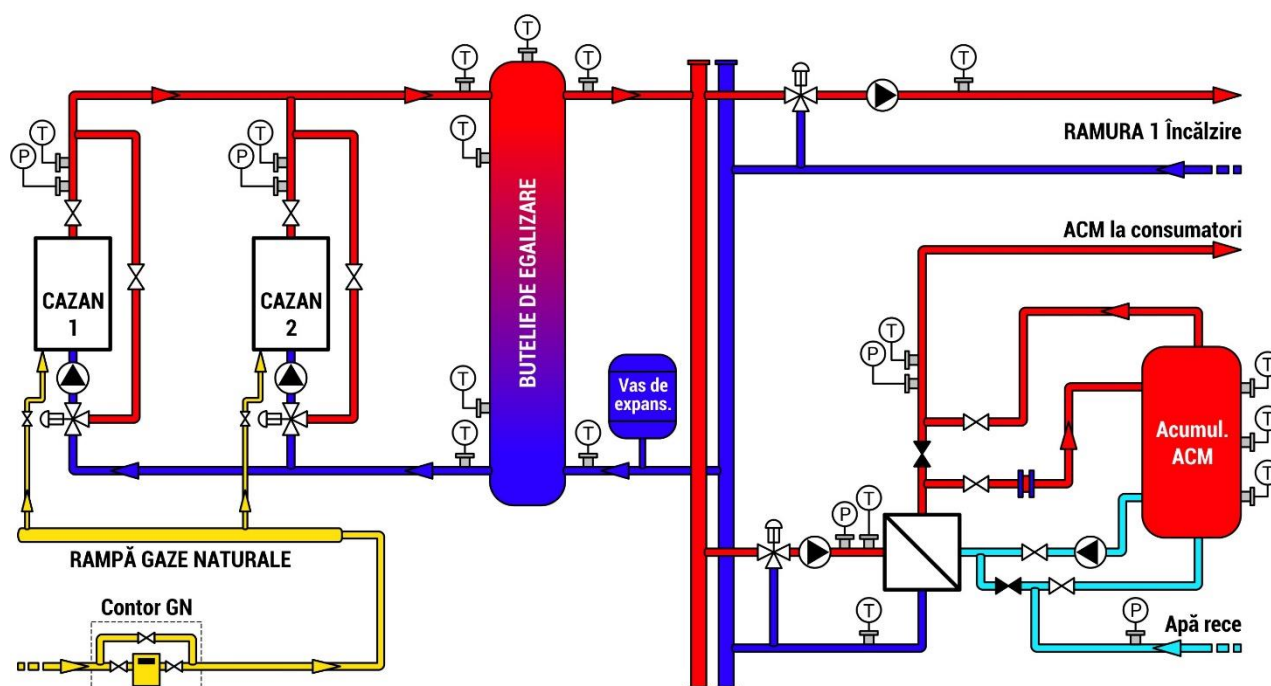
Nr. crt.	DENUMIRE UTILAJ	CARACTERISTICI TEHNICE	Buc.
0	1	2	3
1	Cazan apă caldă cu economizor înglobat	- tip UT-L 10 x 6 UNIMAT - LOOS Austria - Q=1,16 MW (1,02 Gcal/h) - t=95/75°C; PN=6 bar - combustibil: gaze naturale	2
2	Electropompe circulație apă cazane	- tip ETTALINE GN80 - 210/304,2 D=10-87m <sup>3</sup> /h; H=7mCA P=3 kW; U=400V	2
3	hidrofor		1
4	Butelie de egalizare presiune	p = 6,5 bar 200 l	1
5	Electropompă circulație apă caldă pentru încălzire	LP 100-125/137 D=96m <sup>3</sup> /h; H=20mCA P=7,5 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație preparare A.C.M.	UPS 80-120F/380; D=35m <sup>3</sup> /h; H=8mCA P=1,5 kW; U=380V	1
7	convertizor de frecvență pompe	VLT 6011/7,5 kW	1
16	Schimbător de căldură cu plăci pentru preparare A.C.M.	Q=1,5 MW (1,3 Gcal/h) - circuit primar: 70/50°C - circuit sec.: 10/55°C	1
8	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=5 m <sup>3</sup> /h - p <sub>asp</sub> =3,6 bar - dozator: V=20 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
9	Vas de expansie închis	vas de expansie 2000 l	1





**Fig. 2.26. CT 9, echipată cu 2 cazane LOOS tip UT-L 10 x 6 UNIMAT – 1160 kW fiecare**

### CENTRALA TERMICĂ CT9 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ



**Fig. 2.27. Centrala termică CT 9 - schema termomecanică**

#### 2.2.2. Rețelele de distribuție

Rețelele de distribuție (fig. 2.28 - 2.35) asigură distribuția energiei termice de la cele 8 centrale termice de cvartal la consumatorii finali de energie termică (casnici și non-casnici) racordați la sistemul centralizat.

Rețelele de distribuție au următoarele lungimi ale traseelor, respectiv lungimi totale ale conductelor tur-retur, prezentate în tabelele de mai jos. Nu există rețele pentru recircularea apei calde de consum.

**Tab. 2.9. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 1**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
40	22,0	22,0	0,028	0,028
50	67,8	67,8	0,133	0,133
65	110,6	110,6	0,367	0,367
80	30,1	30,1	0,151	0,151
100	132,5	132,5	1,040	1,040
125	151,6	151,6	1,860	1,860
150	386,3	386,3	6,823	6,823
200	218,8	218,8	6,871	6,871
<b>Total</b>	<b>1119,7</b>	<b>1119,7</b>	<b>17,273</b>	<b>17,273</b>

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
25	0	0	0,000	0,000
32	35,6	0	0,029	0,000
40	64,8	0	0,081	0,000
50	37,2	0	0,073	0,000
65	51,4	0	0,170	0,000
80	0	0	0,000	0,000
100	0	0	0,000	0,000
125	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>188,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,353</b>	<b>0,000</b>

**Tab. 2.10. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 2**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
40	199	199	0,251	0,251
50	189	189	0,370	0,370
65	239	239	0,793	0,793
80	126	126	0,632	0,632
100	362	362	2,842	2,842
125	127	127	1,563	1,563
150	259	259	4,568	4,568
200	325	325	10,213	10,213
250	326	326	15,991	15,991
<b>Total</b>	<b>2152,4</b>	<b>2152,4</b>	<b>37,224</b>	<b>37,224</b>

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
25	277	0	0,136	0,000
32	26	0	0,021	0,000
40	102	0	0,128	0,000
50	0	0	0,000	0,000
65	89	0	0,294	0,000
80	103	0	0,518	0,000
100	155	0	1,215	0,000
125	221	0	2,709	0,000
150	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>972,6</b>	<b>0,0</b>	<b>5,021</b>	<b>0,000</b>

**Tab. 2.11. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 3**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
50	110	110	0,216	0,216
65	51	51	0,170	0,170
80	73	73	0,368	0,368
100	58	58	0,454	0,454
125	109	109	1,335	1,335
150	134	134	2,366	2,366
200	342	342	10,740	10,740
<b>Total</b>	<b>877,4</b>	<b>877,4</b>	<b>15,649</b>	<b>15,649</b>

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
32	0	0	0,000	0,000
40	32	0	0,041	0,000
50	0	0	0,000	0,000
65	30	0	0,099	0,000
80	92	0	0,463	0,000
100	2	0	0,016	0,000
125	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>156,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,618</b>	<b>0,000</b>

**Tab. 2.12. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 4**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
40	27	27	0,033	0,033
50	87	87	0,170	0,170
65	96	96	0,320	0,320
80	150	150	0,753	0,753
100	190	190	1,488	1,488
125	96	96	1,177	1,177
150	131	131	2,316	2,316
200	430	430	13,493	13,493
250	251	251	12,316	12,316
<b>Total</b>	<b>1456,9</b>	<b>1456,9</b>	<b>32,065</b>	<b>32,065</b>

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
25	0	0	0,000	0,000
32	0	0	0,000	0,000
40	0	0	0,000	0,000
50	0	0	0,000	0,000
65	0	0	0,000	0,000
80	0	0	0,000	0,000
100	0	0	0,000	0,000
125	0	0	0,000	0,000
150	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

**Tab. 2.13. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 5**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
50	50	50	0,098	0,098
65	145	145	0,479	0,479
80	227	227	1,140	1,140

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
32	0	0	0,000	0,000
40	0	0	0,000	0,000
50	0	0	0,000	0,000



100	321	321	2,516	2,516
125	208	208	2,547	2,547
150	280	280	4,939	4,939
200	324	324	10,179	10,179
<b>Total</b>	<b>1553,4</b>	<b>1553,4</b>	<b>21,898</b>	<b>21,898</b>

65	0	0	0,000	0,000
80	0	0	0,000	0,000
100	0	0	0,000	0,000
125	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

**Tab. 2.14. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 7**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
25	33,2	33	0,016	0,016
32	36,2	36	0,029	0,029
40	173,6	174	0,218	0,218
50	76,7	77	0,151	0,151
65	97,3	97	0,323	0,323
80	293,8	294	1,476	1,476
100	173,6	174	1,363	1,363
125	300,8	301	3,689	3,689
150	370,1	370	6,536	6,536
200	521,2	521	16,365	16,365
<b>Total</b>	<b>2076,4</b>	<b>2076,4</b>	<b>30,166</b>	<b>30,166</b>

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
15	0	0	0,000	0,000
20	0	0	0,000	0,000
25	0	0	0,000	0,000
32	0	0	0,000	0,000
40	0	0	0,000	0,000
50	0	0	0,000	0,000
65	0	0	0,000	0,000
80	0	0	0,000	0,000
100	0	0	0,000	0,000
125	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

**Tab. 2.15. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 8**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
25	47	47	0,023	0,023
32	0	0	0,000	0,000
40	23	23	0,029	0,029
50	47	47	0,092	0,092
65	202	202	0,670	0,670
80	61	61	0,308	0,308
100	82	82	0,647	0,647
125	88	88	1,079	1,079
150	316	316	5,573	5,573
<b>Total</b>	<b>866,2</b>	<b>866,2</b>	<b>8,421</b>	<b>8,421</b>

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
15	0	0	0,000	0,000
20	0	0	0,000	0,000
25	0	0	0,000	0,000
32	0	0	0,000	0,000
40	0	0	0,000	0,000
50	0	0	0,000	0,000
65	0	0	0,000	0,000
80	0	0	0,000	0,000
100	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>

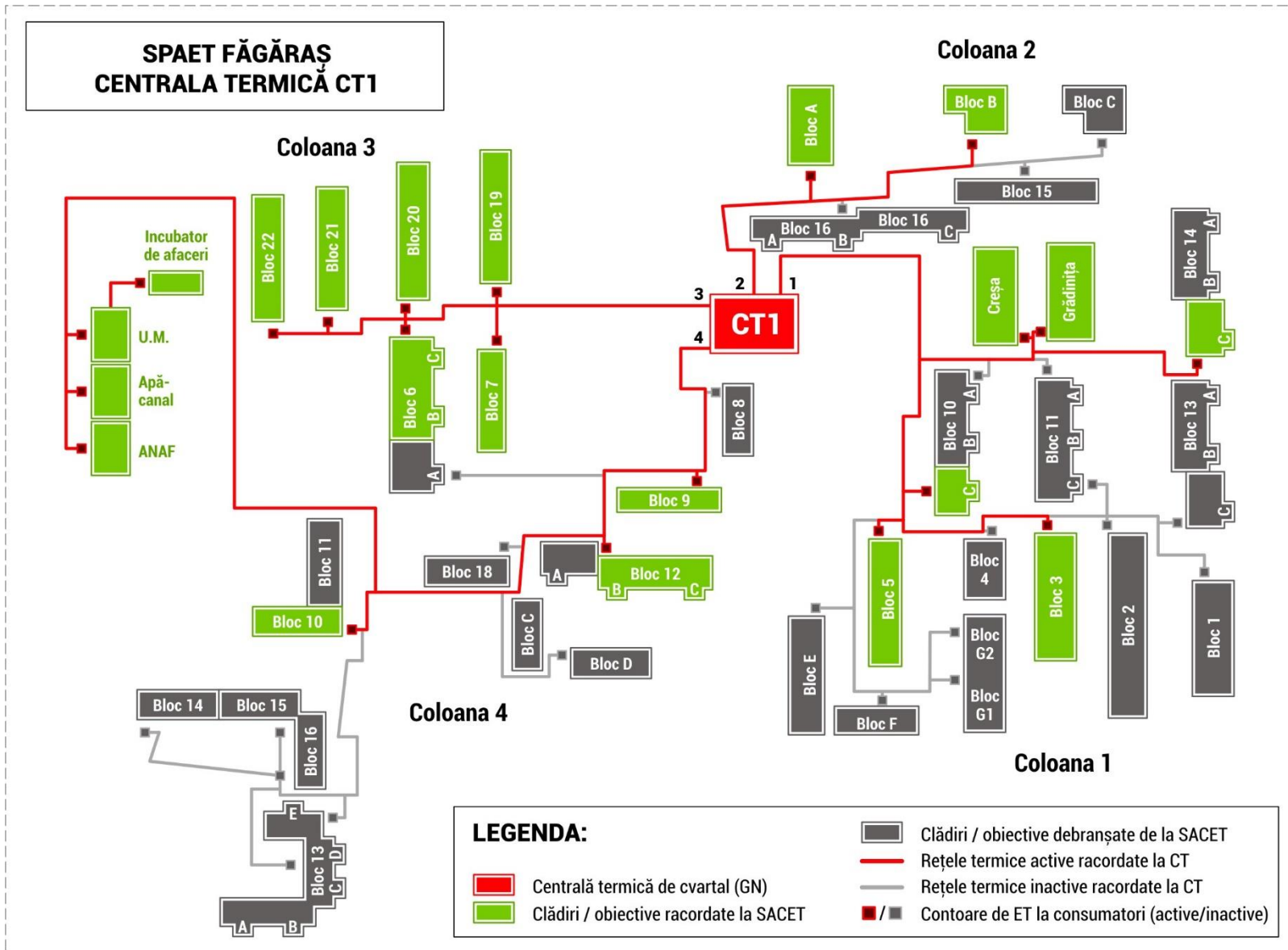
**Tab. 2.16. Dimensiunile rețelelor de distribuție racordate la CT 9**

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	Tur	Retur	Tur	Retur
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
25	15	15	0,007	0,007
32	25	25	0,020	0,020
40	61	61	0,076	0,076
50	66	66	0,129	0,129
65	67	67	0,221	0,221
80	84	84	0,421	0,421
100	84	84	0,657	0,657
125	172	172	2,104	2,104
<b>Total</b>	<b>571,3</b>	<b>571,3</b>	<b>3,634</b>	<b>3,634</b>

Dn	Conducte PREIZOLATE SUBTERANE			
	Lungime		Volum rețea	
	ACC	RACC	ACC	RACC
[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
15	0	0	0,000	0,000
20	0	0	0,000	0,000
25	164	0	0,080	0,000
32	58	0	0,047	0,000
40	94	0	0,119	0,000
50	135	0	0,264	0,000
65	121	0	0,400	0,000
80	0	0	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>571,3</b>	<b>0,0</b>	<b>0,910</b>	<b>0,000</b>

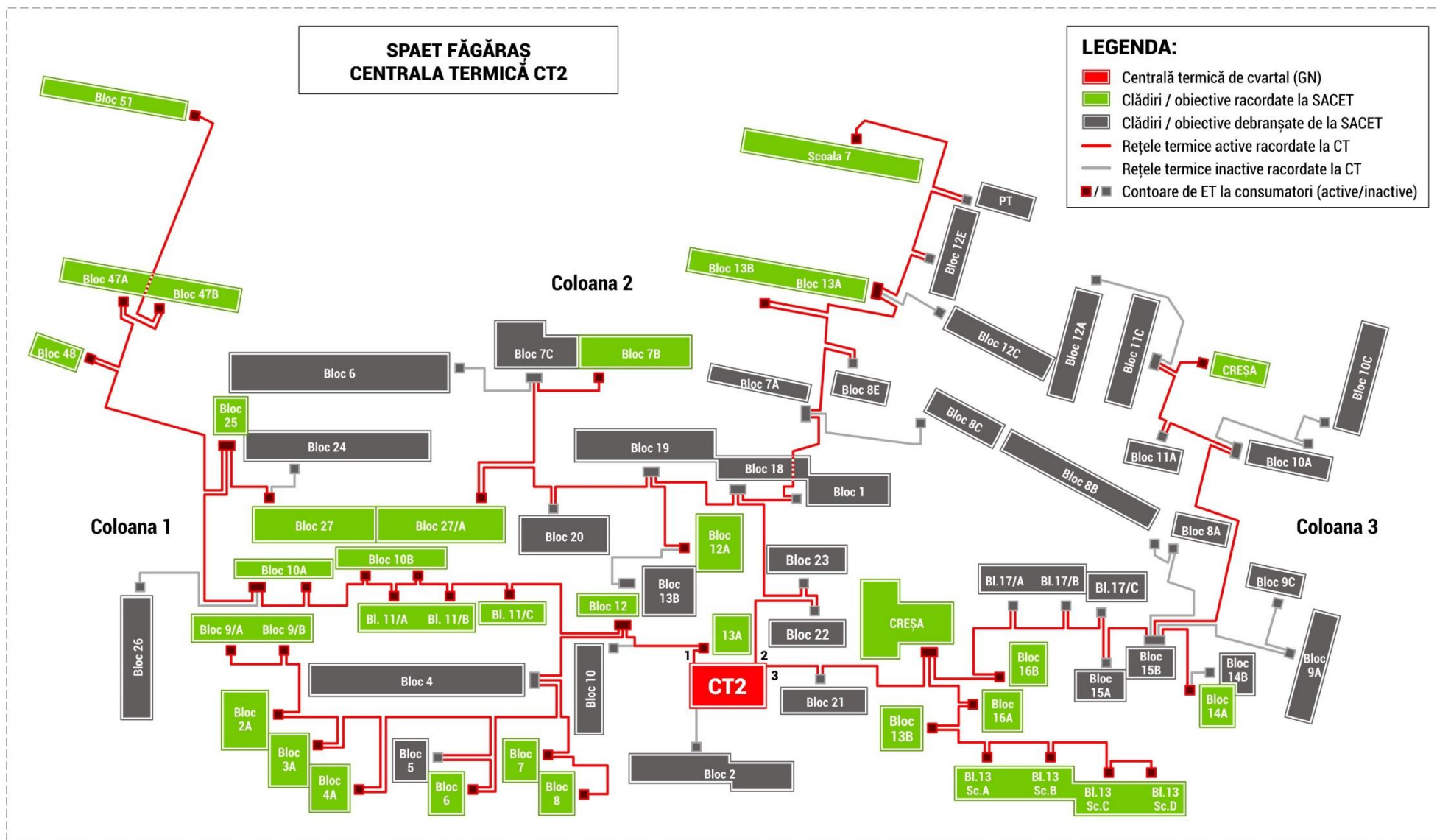
Rețelele de distribuție sunt realizate integral din conducte preizolate, cu diametre cuprinse între DN25 și DN250 (pe circuitele de încălzire), respectiv între DN15 și DN125 (pe circuitele de apă caldă de consum), amplasate subteran (montate îngropat direct în pământ).

Schemele rețelelor de distribuție din cadrul SACET Făgăraș în anul de referință sunt prezentate în figurile de mai jos, cu indicarea imobilelor și obiectivelor racordate la acestea în anul de referință, comparativ cu situația inițială a consumatorilor racordați la nivelul anului 2000.



**Fig. 2.28. CT 1 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați**





**Fig. 2.29. CT 2 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați**

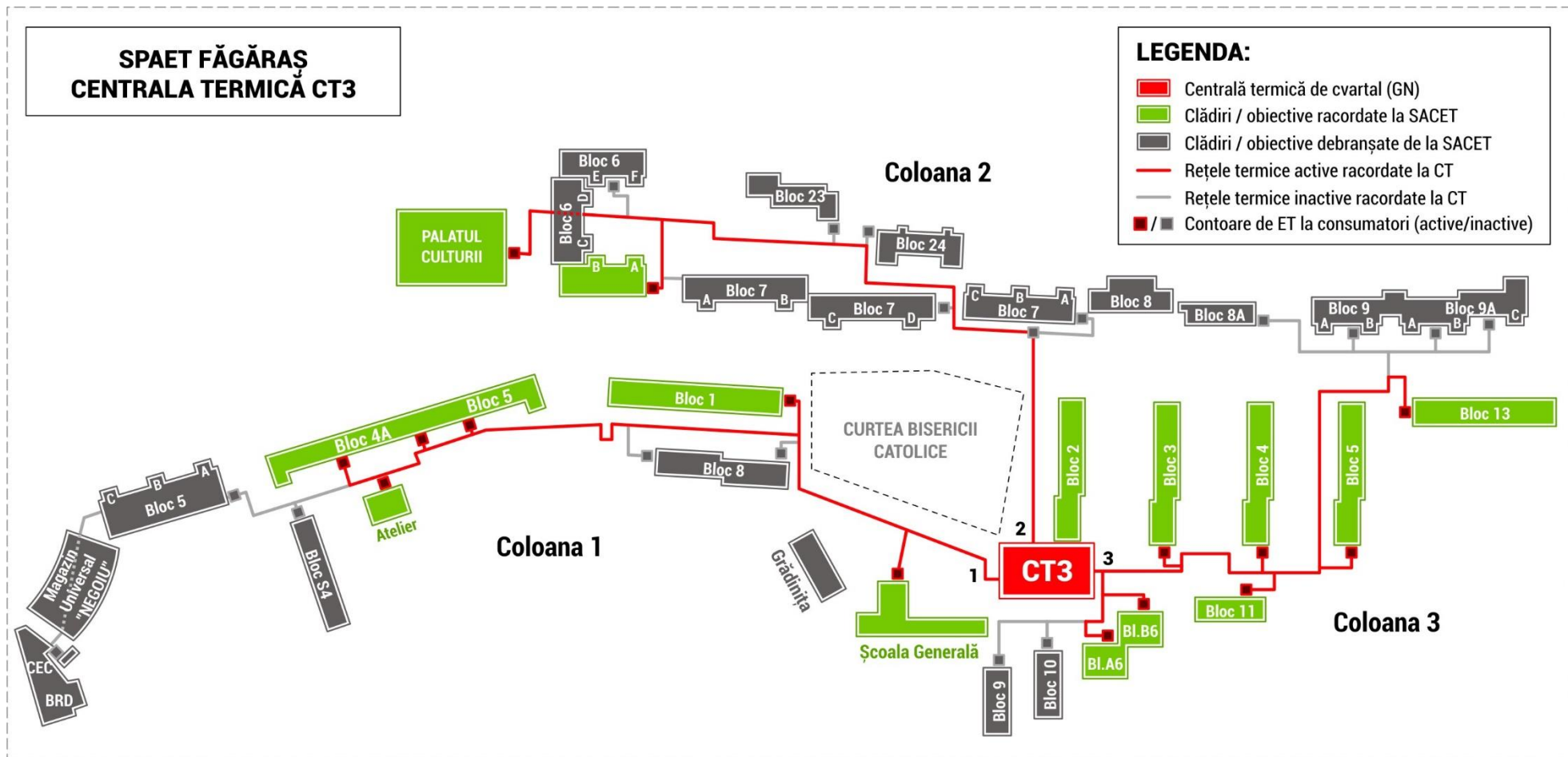
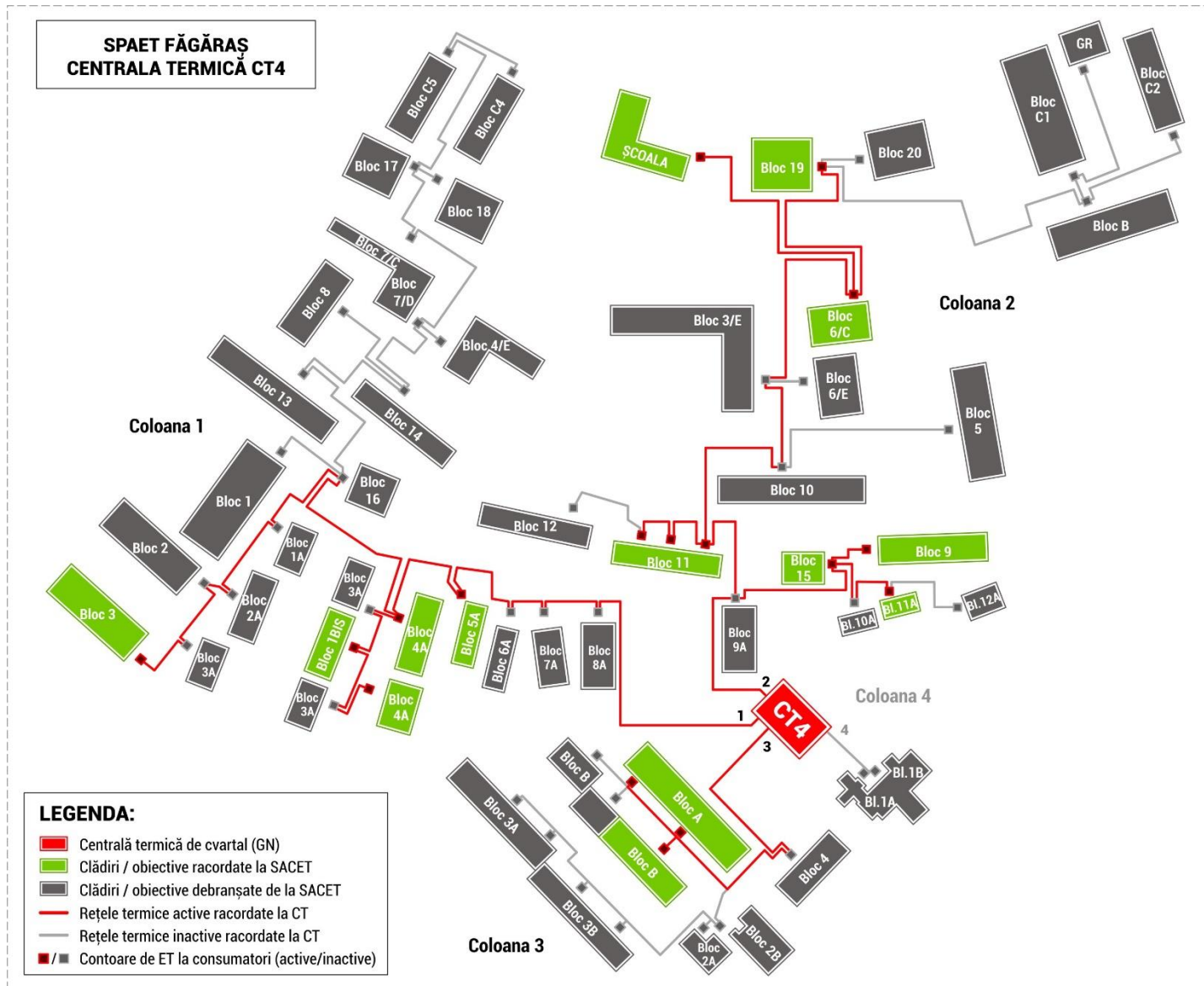
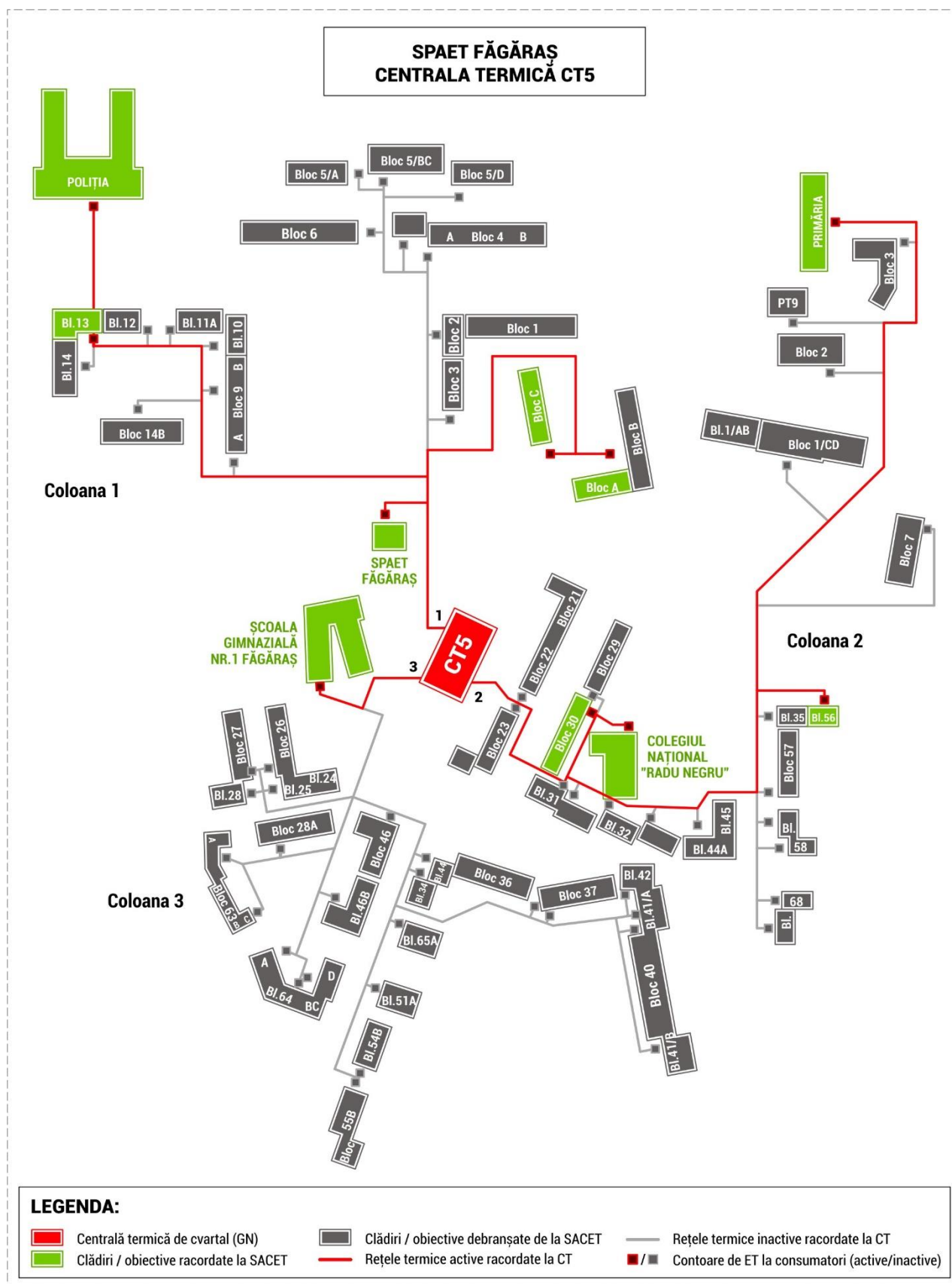


Fig. 2.30. CT 3 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați



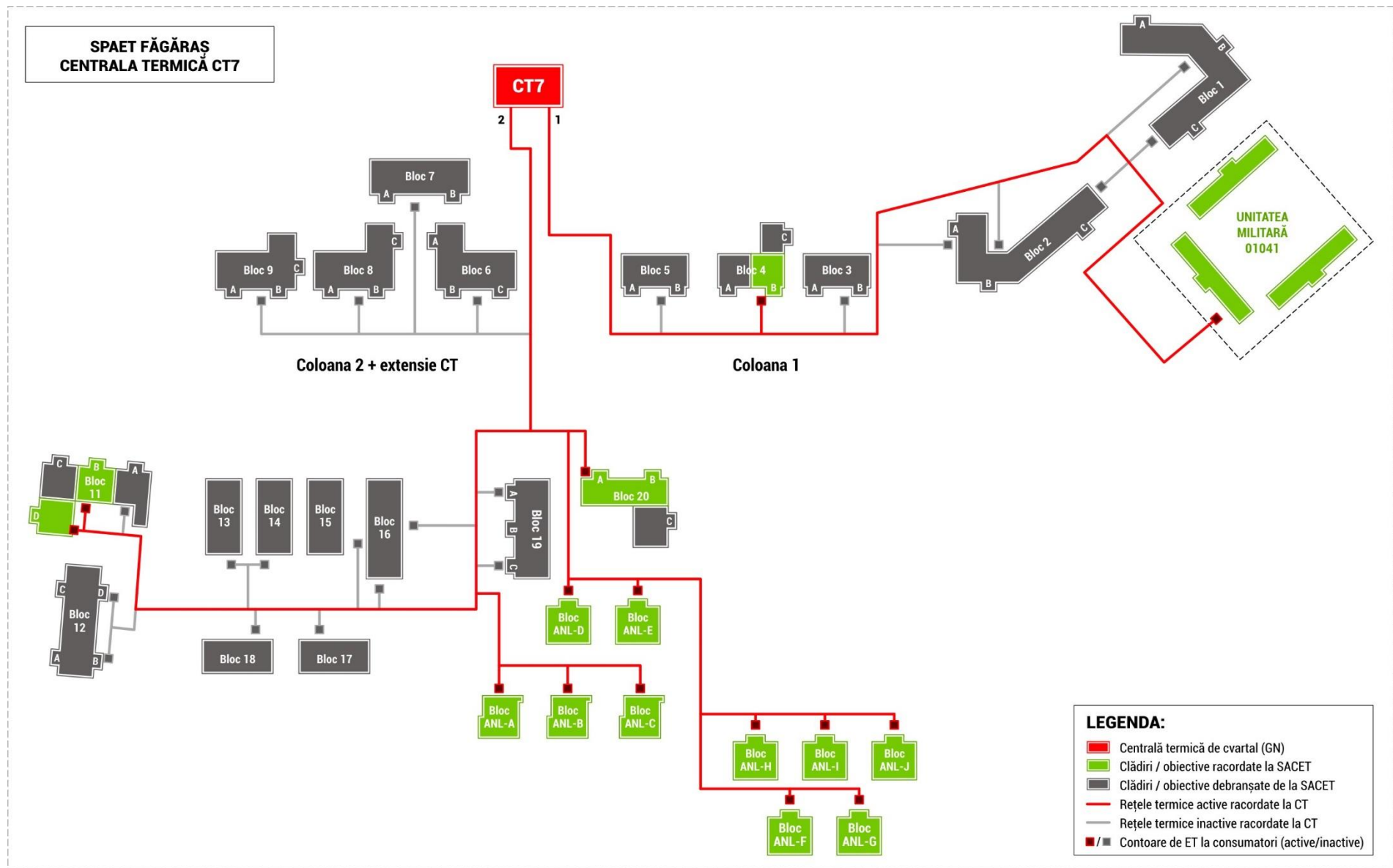


**Fig. 2.31. CT 4 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați**

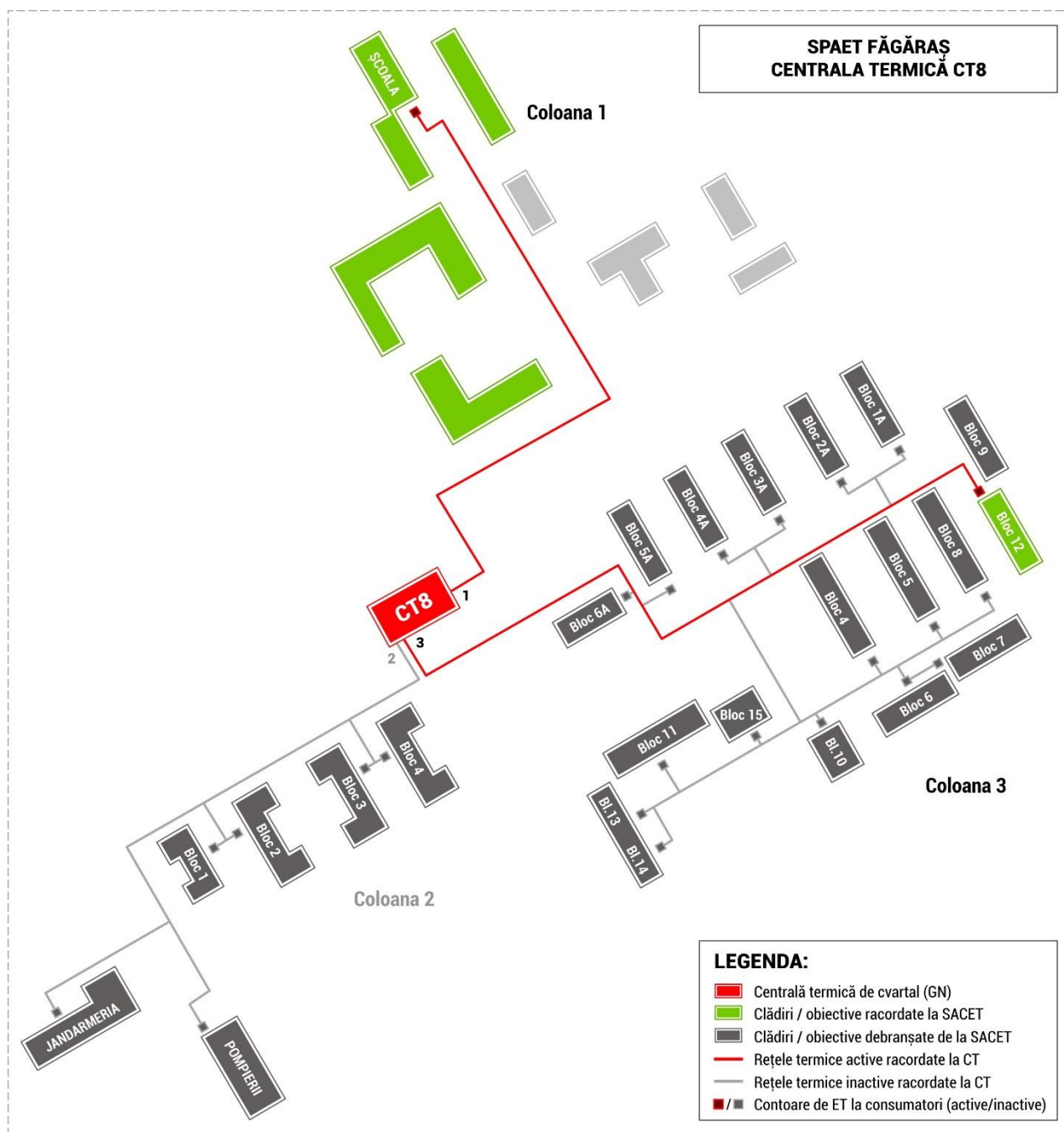


**Fig. 2.32. CT 5 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor bransați**



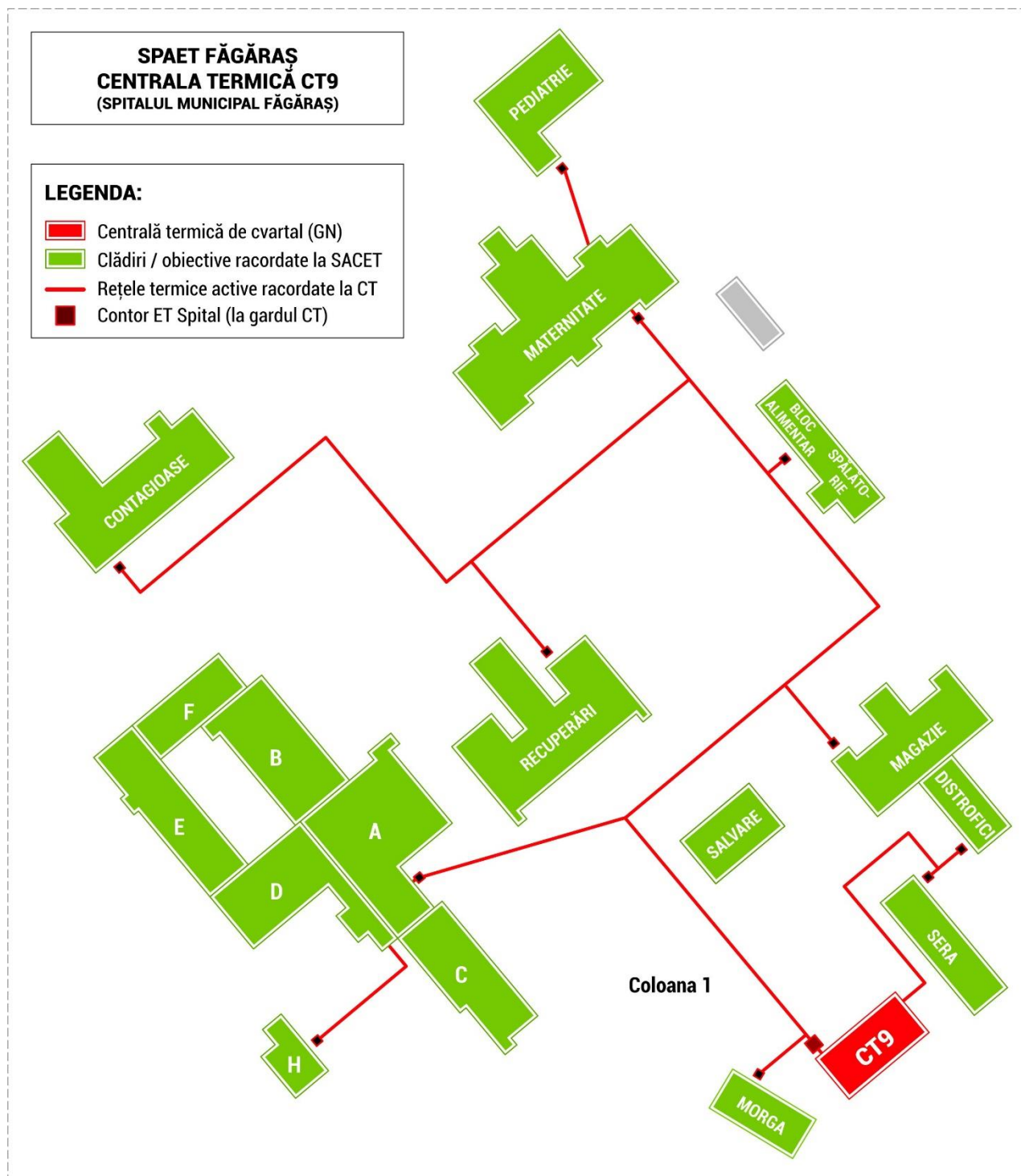


**Fig. 2.33. CT 7 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați**



**Fig. 2.34. CT 8 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați**





**Fig. 2.35. CT 9 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați (Spitalul Municipal Făgăraș)**

### 3. STABILIREA UNITĂȚII DE TIMP ASOCIATE BILANȚULUI

Bilanțul energetic real se întocmește anual, conform precizărilor din *Ghidul de elaborare a auditurilor energetice*. Datorită specificului activității de producere și distribuție a energiei termice, precum și a diferențelor semnificative între regimurile de funcționare caracteristice pentru cele două sezoane (sezonul rece, respectiv sezonul cald), este necesară contabilizarea fluxurilor de energie termică produsă în centralele termice de cvartal, precum și a celor tranzitate prin rețelele de distribuție, către consumatorii finali, astfel încât să poată fi determinat nivelul mediu al pierderilor de energie termică pe durata unui an calendaristic.

Pierderile tehnologice se vor calcula separat pentru cele două regimuri de funcționare distincte, respectiv pentru sezonul de iarnă (furnizare agent termic de încălzire și apă caldă de consum) și pentru sezonul de vară (regim de furnizare numai apă caldă de consum).

Perioada de referință a bilanțului termooenergetic a fost stabilită la nivelul intervalului **06.2023 – 05.2024**, pentru care s-au centralizat datele de operare și de exploatare, furnizate de operator.

De asemenea, pentru cele două sezoane distincte pentru care s-au calculat pierderi tehnologice (sezonul rece, respectiv sezonul cald), s-au determinat temperaturile exterioare medii (tab. 3.1), pornind de la valorile medii zilnice / lunare, pe baza datelor meteo caracteristice anului 2023, prezentate în figura 3.1.

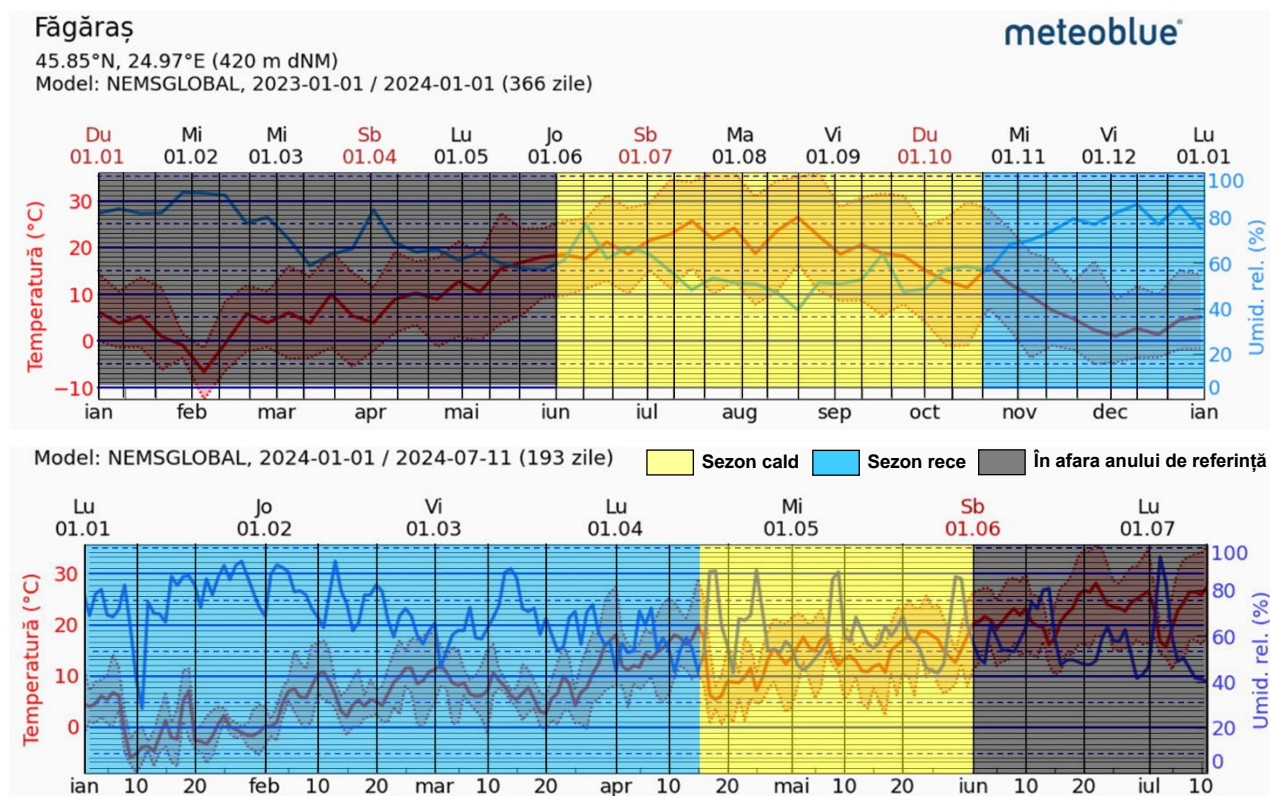


Fig. 3.1. Temperaturi medii zilnice / lunare în Mun. Făgăraș, în anul de referință (06.2023 – 05.2024)

Tab. 3.1. Temperaturi exterioare medii calculate pentru cele două sezoane de funcționare distincte

Sezon	IARNA				VARA								IARNA		
Luna	Jan	Feb	Mar	Apr 1/2	Apr 2/2	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct 1/2	Oct 2/2	Nov	Dec	
$T_{ext}$ [°C]	-0,5	5,7	8,0	7,0	11,0	15,3	18,7	23,0	22,7	18,8	13,8	13,0	4,7	2,3	
$T_{ext}$ medie SEZON RECE [°C]												4,85			
$T_{ext}$ medie SEZON CALD [°C]												18,53			



## 4. APARATE DE MĂSURĂ FOLOSITE. CARACTERISTICI ȘI CLASE DE PRECIZIE

Pentru elaborarea bilanțului termooenergetic real s-au utilizat cantitățile de energie termică înregistrate de aparatele de măsură existente în instalațiile beneficiarului, respectiv contorul de energie termică de la ieșirea din centrala termică de cvartal și contoarele de energie termică de la fiecare branșament/consumator.

Pentru elaborarea bilanțurilor termooenergetice reale s-au utilizat datele măsurate și înregistrate de aparatele și instrumentele beneficiarului existente în sistemul de producere și distribuție a agentului termic, și anume:

### CT 1 - Tudor Vladimirescu

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 400	99 GWU 42254
		Integrator	CF 50	01-265638
		Pereche term.	PC121-4	98-00075
2	Contor ACM zona joasa P+4	Debitmetru	WSC Dn 50	03 GVH 007931
		Integrator	CF50	99-245540
		Pereche term.	PC121-3	99-00493
3	Contor apa adaos	Apometru	WEG 50	99 WWK 55583

### CT 2 - 13 Decembrie

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 400	99 GWU 42253
		Integrator	CF 50	03-259556
		Pereche term.	PC121-4	98-00100
2	Contor ACM	Debitmetru	WSC Dn 50	02 GVH 074310
		Integrator	CF50	03-259555
		Pereche term.	PC121-2	01-001743
3	Contor apa adaos	Apometru	WEG 50	99 WWK 55910

### CT 3 - Vasile Alecsandri

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 400	00 GWU 037769
		Integrator	CF 50	01-265640
		Pereche term.	PC121-4	98-00088
2	Contor ACM	Debitmetru	WSC Dn 50	01 GVH 063906
		Integrator	CF50	99-246806
		Pereche term.	PC121-3	99-00610
3	Contor apa adaos	Apometru	WEG 50	99 WWK 55911

### CT 4 - Zona Gării

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 400	99 GWU 42255
		Integrator	CF 50	01-565639
		Pereche term.	PC121-4	98-00029
2	Contor apa adaos	Apometru	WEG 50	02 WFO 66319

### CT 5 - Centru II

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 300	01 GWN 065031
		Integrator	CF 50	01-264416
		Pereche term.	PC121-4	9800176
2	Contor apa adaos	Apometru	WEG 50	00 WTE 076899

### CT 7 - Câmpului

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 250	00 GWS 59732
		Integrator	CF 50	01-263813
		Pereche term.	PC121-4	98-00175
2	Contor ACM	Debitmetru	WSC Dn 50	02 GVH 074275
		Integrator	CF50	01-263810
		Pereche term.	PC121-3	99-00491
3	Contor apa adaos	Apometru	WEG 50	00 WTE 076902

### CT 8 - Sere

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 250	01 GWM 063902
		Integrator	CF 50	01-263811
		Pereche term.	PC121-4	97-00047
2	Contor ACM	Debitmetru	WSC Dn 50	99 GIO 42403
		Integrator	CF50	03-264467
		Pereche term.	PC121-3	0001564
3	Contor apa adaos	Apometru	TU 1 Dn40	00 WTE 076930

### CT 9 - Spital

Nr.crt.	Destinație contor	Denumire	Tip mdm	Seria
1	Contor general en.termica	Debitmetru	WEG Dn 150	98 GWQ 76868
		Integrator	CF 50	99-245535
		Pereche term.	PC121-4	98-00065
2	Contor ACM	Debitmetru	WSC Dn 80	03 GVH 007823
		Integrator	CF50	01-263842
		Pereche term.	PC121-3	01-001716
3	Contor apa adaos	Apometru	MTWH DN 25	02-341816

Energia termică este contorizată la plecarea de la surse (la gardul CTC), respectiv la fiecare branșament al consumatorilor finali racordați la rețelele de distribuție.

Pentru măsurătorile efectuate la cazanele de apă caldă din centralele termice de cvartal, auditorul energetic a utilizat analizorul de gaze de ardere multifuncțional TESTO 300XXL, respectiv camera de termoviziune FLIR ThermoCAM E45, prezentate în sub-capitolele 4.1 și 4.2.

#### 4.1. Camera de termoviziune ThermoCAM™ E45 – FLIR Systems

Energia termică sau energia emisă în spectrul infraroșu este similară luminii, însă nu este vizibilă deoarece lungimea sa de undă este prea mare pentru a putea fi percepută de ochiul uman. Spre deosebire de lumina vizibilă, în spectrul infraroșu orice obiect care are o temperatură mai mare decât 0° K (-273,15° C) emite căldură. Cu cât un obiect este mai cald, cu atât energia emisă sub formă de radiație infraroșie este mai mare.

Termografia în infraroșu (IR) sau termoviziunea este o metodă modernă de vizualizare a distribuției temperaturilor la suprafața corpurilor și de măsurare a acestor temperaturi.

Camera de termoviziune ThermoCAM™ E45 (fig. 4.2) este un instrument de mare precizie care funcționează pe baza acestei metode, fiind dotată cu un detector IR (infrared) de foarte mare sensibilitate. Caracteristicile tehnice și clasa de precizie sunt prezentate în tabelul 4.1.





**Fig. 4.2. Camera de termoviziune ThermaCAM™ E45**

Cu ajutorul acestei camere se poate măsura, genera și stoca imaginea termică a radiației în infraroșu emisă de un corp. Radiația măsurată de cameră depinde de temperatura obiectului, de emisivitatea acestuia, de condițiile atmosferice, de distanța dintre obiectul măsurat și cameră și de umiditatea relativă a mediului în care sunt făcute măsurătorile.

Cel mai important parametru care afectează acuratețea unei termografii de precizie este emisivitatea obiectului. Emisivitatea (sau emitanța) este o măsură a capacității obiectului de a absorbi, transmite și emite energie în spectru infraroșu. Valoarea emisivității este cuprinsă în intervalul [0 – 1], valorile extreme fiind pentru oglinda perfectă (0), respectiv corpul negru (1).

Stabilirea corectă a emisivității este foarte importantă, fiind un factor hotărâtor în determinarea cu exactitate a temperaturii obiectului măsurat. În tabelul 4.2. sunt prezentate câteva valori ale factorului de emisivitate pentru suprafețe uzuale.

**Tab. 4.2. Ceficienți de emisivitate**

Nr. crt.	Tip material	Factor emisivitate
1	Corp negru	1
2	Pielea umană	0,98
3	Vopsea neagră mată	0,95
4	Negru de fum	0,95
5	Apă	0,95
6	Lemn	0,8...0,92
7	Zidărie	0,85...0,95
8	Șamotă	0,85...0,95
9	Cauciuc	0,85...0,95
10	Materiale plastice	0,85...0,95
11	Porțelan	0,85...0,95
12	Ceramică	0,85...0,95
13	Hârtie	0,85...0,95
14	Ipsos	0,85...0,95
15	Vopsele pe bază de ulei	0,85...0,95
16	Bitum	0,85
17	Textile	0,75...0,95
18	Grafit	0,75...0,92
19	Ciment	0,9
20	Sticlă	0,8
21	Cuarț	0,8

Un alt parametru important îl constituie temperatura ambientală, dar și viteza vântului. Camera poate măsura temperaturi în plaja de valori de la – 20 °C la + 900 °C și a fost utilizată pentru determinarea pierderilor de căldură prin pereții cazanelor de apă caldă.

Măsurătorile efectuate și înregistrate în memoria camerei sunt ulterior descărcate pe un computer și, utilizând soft-ul specializat de analiză termografică *ThermaCam Reporter 7.0*, se întocmesc rapoarte de termografie cu analiza exactă a termogramelor pentru stabilirea temperaturilor exterioare pe suprafețele echipamentelor, iar pe baza acestora, a localizării pierderilor de căldură prin pereții exteriori ai echipamentului și valorii acestora.

**Tab. 4.3. Caracteristici tehnice și clasa de precizie**

<b>Field of view/min focus distance</b>	Interchangeable; 19° x 14° / 0.3 m, 9° x 7° / 1.2m or 34° x 25° / 0.1m
<b>Thermal sensitivity</b>	0.1° C at 25° C
<b>Detector type</b>	Focal plane array (FPA) uncooled microbolometer 160 x 120 pixels
<b>Spectral range</b>	7.5 to 13μm
Image Presentation	
<b>Display</b>	Color LCD, 320 x 240 pixels in IR image
<b>Image Controls</b>	Palettes (Iron, Rainbow, B/W, B/W inv), Level, Span Auto adjust (continuous/manual)
Measurement	
<b>Temperature ranges</b>	-20° C to +250° C (-4° F to +482° F) (standard) +250° C to +900° C (+482° F to +1,652° F) (optional)
<b>Accuracy</b>	± 2° C or ± 2% of absolute temperature in °C
<b>Measurement modes</b>	1 movable spot, area max, area min, area average, color alarm above or below
<b>Set-up controls</b>	Date/time, Temperature units °C/°F, Language (English, Spanish), Scale, Info field, LCD intensity (high/normal/low)
<b>Measurement corrections</b>	Reflected ambient. Automatic, based on user-input
Image Storage	
<b>Digital storage functions</b>	Freeze, Standard Calibrated JPEG images, Delete all images, Delete image, Open
<b>Image storage capacity</b>	Approx. 200 Calibrated JPEG Images with image gallery
Laser LocalIR	
<b>Classification</b>	Class 2
<b>Type</b>	Semiconductor AlGainP Diode Laser: 1mW/635 nm (red)

## 4.2. Analizorul de gaze multifuncțional TESTO 300 XXL

Analizorul de gaze Testo 300 XXL (fig. 4.3) este un aparat multifuncțional profesional de mare calitate și precizie destinat în special măsurătorilor din instalațiile termice pe bază de combustie. Este compus din două unități funcționale, respectiv unitatea de analiză și unitatea de control (care se poate conecta la cea de analiză), la care pot fi conectate sonde diverse pentru prelevarea probelor de analiză din instalațiile analizate. Pe lângă determinarea și memorarea parametrilor și compoziției gazelor de ardere, acesta dispune de un manometru diferențial integrat pentru măsurarea presiunilor gazelor, precum și de un printer atașat la unitatea de control pentru tipărirea măsurătorilor instantanee.

Principalii parametri ce pot fi determinați/măsurați de TESTO 300 XXL sunt:

- temperatura gaze arse (< 1200 °C, cu o rezoluție de 0,1 °C);
- temperatura mediului ambiant;
- CO ardere (0 ... +10000 ppm);
- CO mediu ambiant;
- CO<sub>2</sub> ardere;
- CO<sub>2</sub> mediu ambiant;
- NO (0 ... +3000 ppm);
- SO<sub>2</sub>;



- CH<sub>4</sub>;
- O<sub>2</sub> (0 ... +20 Vol. %O<sub>2</sub>);
- presiune diferențială (-40 ... +40 hPa)
- exces aer în gazele de ardere.



**Fig. 4.3. Analizorul de gaze multifuncțional TESTO 300 XXL**

Afișarea parametrilor analizați se face pe un display alb-negru sub forma unui tabel cu 6 valori instantanee. Datele măsurate pot fi salvate sub formă de raport de analiză și transferate ulterior pe un computer, astfel încât pot fi analizate și prelucrate cu ajutorul programului dedicat de analiză.

## 5. ECUAȚII DE BILANȚ. BREVIARE DE CALCUL

### 5.1. Breviar de calcul pentru cazanele de apă caldă

Modelele matematice pentru realizarea bilanțurilor energetice au la bază principiul conservării energiei. În acest sens, se definește mulțimea mărimilor de intrare, a mărimilor de ieșire și se calculează pierderile în conturul de bilanț.

Pentru elaborarea bilanțului energetic al cazanului, s-au efectuat măsurători în regim normal de funcționare, în cadrul cărora s-au măsurat:

- cantitățile de căldură livrate de cazan;
- compoziția gazelor de ardere și temperatura acestora;
- consumul de combustibil;
- dimensiunile și temperaturile suprafețelor exterioare ale cazanului.

Din analiza rezultatelor măsurătorilor s-a putut aprecia faptul că, pentru regimul normal de funcționare, compoziția gazelor de ardere și temperatura acestora nu prezintă variații semnificative la modificarea sarcinii cazanului.

În vederea întocmirii bilanțului termoeenergetic, s-a considerat un contur de bilanț delimitat de: vana de alimentare cu apă, ieșirea agentului termic – apă fierbinte, racordul de evacuare a gazelor de ardere la coșul de fum, priza de aspirație a aerului proaspăt, ventilele de admisie a combustibilului.

Pentru acest contur și în condițiile regimurilor de funcționare menționate anterior s-au determinat celelalte mărimi de intrare și ieșire ale conturului de bilanț și indicatorii specifici.

La baza calculelor stă ecuația de bilanț, de forma:

$$\sum Q_i = \sum Q_e$$

unde:

- $\sum Q_i$  este suma cantităților de căldură de la intrarea conturului;
- $\sum Q_e$  este suma cantităților de căldură de la ieșirea conturului.

**Fluxurile termice de la intrare** sunt reprezentate de:

- **Căldura introdusă cu combustibilul:**

$$Q_c = B \cdot q \text{ [kJ/h]}$$

unde  $B$  este consumul de combustibil, în  $\text{Nm}^3/\text{h}$ , iar  $q$  este puterea calorifică inferioară a combustibilului, în  $\text{kJ}/\text{Nm}^3$ ;

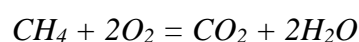
- **Căldura introdusă cu aerul de ardere:**

$$Q_a = V_a^r \cdot i_a \text{ [kJ/h]}$$

unde  $i_a$  este entalpia aerului la intrarea în arzător, funcție de temperatură, în  $\text{kJ}/\text{Nm}^3$ , iar  $V_a^r$  este debitul real de aer de ardere, în  $\text{Nm}^3/\text{h}$ .

Volumul real de aer de ardere se determină funcție de volumul teoretic de aer de ardere și de coeficientul de exces de aer,  $\alpha$ .

Volumul teoretic de aer de ardere rezultă din ecuația stoichiometrică a arderii combustibilului; pentru gaz metan avem:





și, ținând seama de compoziția volumetrică a aerului atmosferic – 21% oxigen și 79% azot – și, de asemenea, de faptul că gazul metan nu este pur, ci are o concentrație volumetrică de circa 3...5% azot, rezultă ecuațiile de ardere pentru 1 kmol de combustibil gazos, funcție de excesul de aer:

**Tab. 5.1. Ecuații de ardere**

$\alpha = 1$	$0,95 \text{ CH}_4 + 1,9 \text{ O}_2 + 7,198 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 7,198 \text{ N}_2$
$\alpha = 1,1$	$0,95 \text{ CH}_4 + 2,09 \text{ O}_2 + 7,918 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 7,918 \text{ N}_2 + 0,19 \text{ O}_2$
$\alpha = 1,2$	$0,95 \text{ CH}_4 + 2,28 \text{ O}_2 + 8,638 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 8,638 \text{ N}_2 + 0,38 \text{ O}_2$
$\alpha = 1,3$	$0,95 \text{ CH}_4 + 2,47 \text{ O}_2 + 9,358 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 9,358 \text{ N}_2 + 0,57 \text{ O}_2$
$\alpha = 1,4$	$0,95 \text{ CH}_4 + 2,66 \text{ O}_2 + 10,078 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 10,078 \text{ N}_2 + 0,76 \text{ O}_2$
$\alpha = 1,5$	$0,95 \text{ CH}_4 + 2,85 \text{ O}_2 + 10,798 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 10,798 \text{ N}_2 + 0,95 \text{ O}_2$
$\alpha = 1,6$	$0,95 \text{ CH}_4 + 3,04 \text{ O}_2 + 11,518 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 11,518 \text{ N}_2 + 1,14 \text{ O}_2$
$\alpha = 1,7$	$0,95 \text{ CH}_4 + 3,23 \text{ O}_2 + 12,238 \text{ N}_2 = 0,95 \text{ CO}_2 + 1,9 \text{ H}_2\text{O} + 12,238 \text{ N}_2 + 1,33 \text{ O}_2$

Din consumul orar de combustibil,  $B$ , se calculează numărul de kilomoli de gaz metan,  $n_B$ , cu relația:

$$n_B = B / 22,42 \text{ [kmol]}$$

unde 22,42 Nm<sup>3</sup>/kmol reprezintă volumul normal al unui kilomol. Cu această valoare a numărului de kilomoli de gaz metan consumat, tabelul anterior capătă forma din tab. 5.2:

Volumul teoretic de aer de ardere, pentru debitul de combustibil,  $B$ , este de forma:

$$V_a^0 = (2 n_B \text{ O}_2 + 7,527 n_B \text{ N}_2) \cdot 22,42 \text{ [Nm}^3\text{/h]}$$

iar volumul real de aer de ardere, cu un coeficient de exces  $\alpha$ , este:

$$V_a^r = \alpha \cdot V_a^0 \text{ [Nm}^3\text{/h]}$$

**Tab. 5.2. Ecuații de ardere funcție de consumul orar de combustibil**

$\alpha = 1$	$n_B \text{ CH}_4 + 2 n_B \text{ O}_2 + 7,577 n_B \text{ N}_2 = n_B \text{ CO}_2 + 2 n_B \text{ H}_2\text{O} + 7,577 n_B \text{ N}_2$
$\alpha = 1,1$	$n_B \text{ CH}_4 + 2,2 n_B \text{ O}_2 + 8,335 n_B \text{ N}_2 = n_B \text{ CO}_2 + 2 n_B \text{ H}_2\text{O} + 8,335 n_B \text{ N}_2 + 0,2 n_B \text{ O}_2$
$\alpha = 1,2$	$n_B \text{ CH}_4 + 2,4 n_B \text{ O}_2 + 9,093 n_B \text{ N}_2 = n_B \text{ CO}_2 + 2 n_B \text{ H}_2\text{O} + 9,093 n_B \text{ N}_2 + 0,4 n_B \text{ O}_2$

➤ **Căldura introdusă cu apa de alimentare:**

$$Q_{al} = D_{al} \cdot i_{al} \text{ [kJ/h]}$$

unde  $D_{al}$  este debitul de apă al cazanului, în kg/h, iar  $i_{al}$  este entalpia apei la intrarea în cazan, în kJ/kg. Entalpia apei se determină funcție de temperatură și presiune.

**Fluxurile termice de la ieșire** sunt reprezentate de:

✓ **Căldura conținută de apa caldă livrată:**

$$Q_{ac} = D_{al} \cdot i_{ac} \text{ [kJ/h]}$$

unde  $i_{ac}$  este entalpia apei calde la ieșirea din cazan, în kJ/kg, determinată funcție de presiune și temperatură.

✓ **Căldura pierdută;** aceasta are mai multe componente, și anume:

❖ **Pierderi de căldură determinate de căldura conținută de gazele de ardere la ieșirea din cazan:**

$$Q_{gu} = V_{gu} \cdot i_{gu} \text{ [kJ/h]}$$

Volumul real de gaze de ardere,  $V_{gu}$ , se determină înmulțind membrul al doilea din tabelul 5.2, pentru coeficientul de exces calculat, cu 22,42; se obține volumul real în Nm<sup>3</sup>/h.

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:

$$i_{ga} = \frac{(n_B CO_2 * c_{CO_2} + 2n_B H_2O * c_{H_2O} + 8,335n_B N_2 * c_{N_2} + 0,2n_B O_2 * c_{O_2}) * t_{ga} + 2n_B H_2O * r}{n_B CO_2 + 2n_B H_2O + 8,335n_B N_2 + 0,2n_B O_2} \text{ kJ} / \text{Nm}^3$$

unde:

$c_{CO_2}$  – căldura specifică a dioxidului de carbon, în  $\text{kJ}/\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$c_{H_2O}$  – căldura specifică a vaporilor de apă, în  $\text{kJ}/\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$c_{N_2}$  – căldura specifică a azotului, în  $\text{kJ}/\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$c_{O_2}$  – căldura specifică a oxigenului, în  $\text{kJ}/\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ;

$r$  – căldura latentă de vaporizare a apei, în  $\text{kJ}/\text{Nm}^3$ .

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

În tab. 5.3 se prezintă căldurile specifice ale principalelor componente din gazele de ardere, în funcție de temperatură.

**Tab. 5.3. Călduri specifice**

Componentă gaze de ardere	Căldura specifică, [ $\text{kJ}/\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}$ ]	
	$t = 100^\circ\text{C}$	$t = 200^\circ\text{C}$
Bioxid de carbon	1,7105	1,7932
Azot	1,2941	1,2983
Apă (vapori)	1,5031	1,5194
Oxigen	1,4275	1,4476

❖ Pierderile de căldură prin pereții cazanului,  $Q_p$ , se compun din pierderile de căldură prin convecție,  $Q_{pc}$  și pierderile de căldură prin radiație,  $Q_{pr}$ .

Pierderile de căldură prin convecție se determină cu relația:

$$Q_{pc} = \sum \alpha_i \cdot S_i \cdot (t_{pi} - t_0) \cdot 3,6 \text{ [kJ/h]}$$

unde:

- $S_i$  este suprafața peretelui considerat, în  $\text{m}^2$ ;
- $\alpha_i$  este coeficientul de transmisie a căldurii, prin convecție naturală, de la perete la aerul înconjurător, în  $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ;
- $t_{pi}$  este temperatura peretelui, în  $^\circ\text{C}$ ;
- $t_0$  este temperatura aerului ambiant, în  $^\circ\text{C}$ .

Pentru determinarea acestor pierderi, se procedează în modul următor:

- se împarte întreaga suprafață exterioară a cazanului în zone caracteristice – verticale, orizontale, cilindrice, iar acestea în elemente de suprafață de temperatură egală;
- 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 geometrică determinantă, [m], iar  $\lambda$  este coeficientul de conductibilitate termică al fluidului [ $\text{W}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ ], la temperatura sa medie:

$$t_m = 0,5 \cdot (t_{pi} + t_0)$$



unde:

- $t_p$  este temperatura peretelui pe fața exterioară;
- $t_0$  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 5.4, 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 Prandtl, mărime adimensională, determinată pentru aer, funcție de temperatura lui medie;
- $\beta$  – coeficientul de dilatare volumică al aerului, în  $1/^\circ\text{C}$ ;
- $g$  – accelerația gravitațională, în  $\text{m/s}^2$ ;
- $\nu$  – vâscozitatea cinematică a aerului, în  $\text{m}^2/\text{s}$ .

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

**Tab. 5.4. 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 radiație se determină cu relația:

$$Q_{pr} = \varepsilon \cdot C_0 \cdot S \cdot \left[ \left( \frac{T_p}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_a}{100} \right)^4 \right] \cdot 3,6 \text{ [kJ/h]}$$

în care:

- $C_0$  – coeficientul de radiație al corpului negru absolut,  $C_0 = 5,76 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ ;
- $\varepsilon$  – factorul energetic de emisie al corpului radiant;
- $T_p$  – temperatura absolută a suprafeței exterioare;
- $T_a$  – temperatura absolută a aerului ambiant.

- ❖ *Pierderi de căldură cu combustibilul nears, sau prin ardere incompletă;* la arderea gazelor naturale aceste pierderi sunt foarte mici și pot fi neglijate.

În final, se calculează **randamentul brut al cazanului:**

$$\eta_b = \frac{Q_{ac}}{\sum Q_i}$$

și **randamentul de utilizare a căldurii combustibilului:**

$$\eta_B = \frac{Q_{ac} - Q_{al}}{Q_c}$$

## 5.2. Breviar de calcul pentru instalațiile de conducte

### 5.2.1. Expresia generală a pierderii de căldură

Expresia generală a pierderii de căldură în conductele pentru transportul apei calde este:

$$\Delta Q = q(1 + \beta)L = \frac{t_a - t_o}{R}(1 + \beta)L, [W] \quad (5.1)$$

unde:

$q$  – este pierderea specifică de căldură, în W/m;

$t_a$  – temperatura apei din conductă, în °C;

$t_o$  – temperatura mediului înconjurător, în °C;

$R$  – rezistența termică la trecerea căldurii la diferența de temperatură  $t_a - t_o$ , în m·h·°C/kcal;

$\beta$  – coeficient care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate;

$L$  – lungimea conductei, în m.

Rezistențele termice care alcătuiesc pe  $R$  sunt calculate cu formule generale cunoscute, în care se iau în considerare rezistențele termice de convecție și rezistențele termice de conducție.

Expresia generală a pierderii de căldură capătă forme particulare, în funcție de modul de așezare a conductelor de apă caldă (aerian, în exterior sau în încăperi, în pământ, în canale vizitabile sau nevizitabile, ventilate sau neventilate etc.) aceste forme particulare depinzând în principal de ponderea pe care o are modul de transmitere a căldurii în cazul respectiv, în schimbul total de căldură.

### 5.2.2. Calculul pierderii de căldură la conductele aeriene

Pentru conducta aeriană neizolată termic, pierderea de căldură se calculează cu relația:

$$\Delta Q = \pi d_c \alpha_e (t_e - t_o)(1 + \beta)L, [W] \quad (5.2)$$

în care :

$\alpha_e$  – este coeficientul de convecție stabilit cu relația empirică :

$$\alpha_e = 8 + 0,04t_e + 6\sqrt{w}, [W/m^2 \cdot \text{grad}] \quad (5.3)$$

$t_e$  – temperatura suprafeței exterioare a conductei, în °C;

$d_c$  – diametrul exterior al conductei, în m;

$w$  – viteza aerului, în m/s; se poate admite  $w \approx 2$  m/s.

În formulă s-a neglijat rezistența termică interioară  $R_i$  și rezistența termică a peretelui metalic al conductei  $R_p$ , astfel încât  $t_a \approx t_e$ , însă aceasta pot fi luată în calcul, influența sa fiind însă ne semnificativă, dată fiind valoarea mare a conductivității termice a metalelor.

Pentru conductele izolate cu un singur strat, pierderea de căldură exprimată în relația (5.2) capătă forma:

$$\Delta Q = \frac{t_a - t_o}{R_{iz} + R_e}(1 + \beta)L = \frac{t_a - t_o}{\frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_c} + \frac{1}{\pi d_{iz} \alpha_e}}(1 + \beta)L, [W] \quad (5.4)$$

unde:

$R_{iz}$  - este rezistența termică a izolației, în m·°C/W;

$R_e$  - este rezistența termică de convecție de la suprafața conductei la aerul exterior, în m·h·°C/kcal;

$\lambda_{iz}$  - este coeficientul de conductivitate termică a materialului izolației, în W/m·h·°C;

$d_{iz}$  - este diametrul exterior al conductei izolate, în;

Temperatura la suprafața izolației se poate calcula cu relația:



$$t_e = \frac{t_a R_e + t_0 R_{iz}}{R_e + R_{iz}}, [^{\circ}\text{C}] \quad (5.5)$$

În cazul izolației formate din mai multe straturi, în formulă trebuie introduse rezistențele termice ale acestora. Aceași metodologie a fost aplicată și în prezenta lucrare de bilanț teoretic, pentru calculul pierderilor de căldură pe tronsoanele de conducte preizolate pozate aerian, unde au fost incluse în calcul rezistențele tuturor „straturilor” de material ale conductei, situate pe direcția fluxului termic de la interior ( $t_a$ ) la exterior ( $t_0$ ), respectiv:

- $R_p$ , rezistența termică a peretelui conductei;
- $R_{iz}$ , rezistența termică a materialului izolației termice;
- $R_{sp}$ , rezistența termică a materialului stratului de protecție;
- $R_e$ , rezistența termică de convecție de la suprafața stratului de protecție.

care se determină cu următoarele relații de calcul:

$$R_p = \frac{1}{2\pi\lambda_p} \ln \frac{d_c}{d_{int}}, [m \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}] \quad (5.6); \quad R_{iz} = \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_c}, [m \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}] \quad (5.7);$$

$$R_{sp} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sp}} \ln \frac{d_{sp}}{d_{iz}}, [m \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}] \quad (5.8); \quad R_e = \frac{1}{\pi d_{sp} \alpha_e}, [m \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{W}] \quad (5.9).$$

unde:

$\lambda_p$  - este coeficientul de conductivitate termică al peretelui conductei de serviciu, [ $\text{W}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ];

$\lambda_{iz}$  - este coeficientul de conductivitate termică al materialului izolației, [ $\text{W}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ];

$\lambda_{sp}$  - este coeficientul de conductivitate termică al materialului stratului de protecție exterior al conductei, [ $\text{W}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ];

$\alpha_e$  - este coeficientul de convecție la suprafața conductei, [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ ];

$d_{int}$  - este diametrul interior al conductei termice ( $D_n$ ), [m];

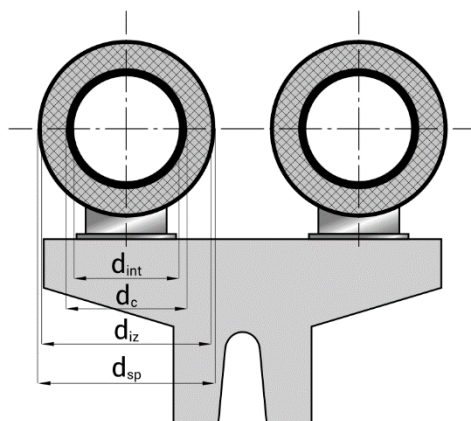
$d_c$  - este diametrul exterior al conductei termice ( $D_e$ ), [m];

$d_{iz}$  - este diametrul exterior al stratului de izolație al conductei, [m];

$d_{sp}$  - este diametrul exterior al stratului de protecție al conductei, [m].

Relația (5.4) capătă forma finală (utilizată în calculele pierderilor pentru tronsoanele de conductă aeriene din prezenta lucrare):

$$\Delta Q = \frac{t_a - t_0}{R_p + R_{iz} + R_{sp} + R_e} (1 + \beta) L = \frac{t_a - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda_p} \ln \frac{d_c}{d_{int}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_c} + \frac{1}{2\pi\lambda_{sp}} \ln \frac{d_{sp}}{d_{iz}} + \frac{1}{\pi d_{sp} \alpha_e}} (1 + \beta) L, [\text{W}] \quad (5.10)$$



**Fig. 5.1. Secțiune transversală de conducte preizolate pozate aerian**

### 5.2.3. Calculul pierderii de căldură la conductele subterane în canale termice

Calculul pierderilor de căldură pentru conductele termice subterane montate în canale termice din beton se poate efectua în mai multe moduri, în funcție de parametri de calcul care se cunosc sau care pot fi determinați ori obținuți prin calcul. În general, pierderea specifică de căldură în cazul acestor conducte se determină cu o relație generală de forma:

$$q = \frac{t_a - t_0}{R} = \frac{t_a - t_0}{R_{iz} + R_e + R_{can}^i + R_{can} + R_{sol}}, \text{ [W/m]} \quad (5.11), \text{ unde:}$$

$$R_{iz} = \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_c}; R_e = \frac{1}{\pi d_{iz} \alpha_e}; R_{can}^i = \frac{1}{\pi D_e^e \alpha_e}; R_{can} = \frac{1}{2\pi\lambda_{can}} \ln \frac{D_e^e}{D_i^e}; \quad (5.12)$$

$$R_{sol} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sol}} \ln \frac{4h}{D_e^e}, \text{ dacă } \frac{h}{D_e^e} \geq 2,5 \text{ sau}$$

$$R_{sol} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sol}} \ln \left( \frac{2h_{tr}}{D_e^e} + \sqrt{\left( \frac{2h_{tr}}{D_e^e} \right)^2 - 1} \right) \text{ dacă } \frac{h}{D_e^e} < 2,5, \text{ unde } h_{tr} = h + \frac{\lambda_{sol}}{\alpha_{s-a}}. \quad (5.13)$$

Semnificațiile notațiilor care apar în plus față de relațiile anterioare sunt:

$R_{can}^i$  - rezistența termică interioară a canalului, în  $m \cdot ^\circ C/W$ ;

$R_{can}$  - rezistența termică de conducție a canalului, în  $m \cdot ^\circ C/W$ ;

$R_{sol}$  - rezistența termică a solului, în  $m \cdot ^\circ C/W$ ;

$D_i^e, D_e^e$  - diametrul echivalent interior, respectiv exterior al canalului, în [m], calculat pentru secțiunile necirculare cu relația:

$$D_e^e = \frac{4S}{P} \text{ [m]} \quad (5.14)$$

$S$  - secțiunea transversală, în  $m^2$ ;

$P$  - perimetrul secțiunii, în m;

$h_{tr}$  - adâncimea transformată de așezare a canalului (adâncimea echivalentă), în m;

$\alpha_{s-a}$  - coeficientul de convecție de la suprafața solului la aerul înconjurător, în  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ . Se poate considera pentru coeficientul de convecție  $\alpha_e = 7 \dots 10 W/m^2 \cdot ^\circ C$ .

Conductivitatea termică a solului  $\lambda_{sol}$  depinde de natura, umiditatea și temperatura terenului. În tab. 5.6 se indică o serie de valori pentru  $\lambda_{sol}$ .

În calculele uzuale, folosite în situațiile în care nu se cunosc cu exactitate și în totalitate dimensiunile de execuție ale canalelor termice, se utilizează o expresie similară cu cea din relația (5.10), în care  $R_e$  este rezistența termică de convecție de la suprafața conductei la aerul din canal/subsol, în  $m \cdot ^\circ C/W$ , iar  $t_0 = t_c$  reprezintă temperatura aerului din canalul termic, care poate fi stabilită cu relații de forma (5.15) și (5.17), sau poate fi determinată ca valoare medie pe baza măsurătorilor.

Temperatura aerului din canal se calculează ținând seama de faptul ca în regim stabilizat, căldură cedată de conductă aerului din canal este egală cu căldura pierdută de canal în terenul înconjurător, adică  $(1 + \beta)q_1 = q_{can}$ , sau:

$$(1 + \beta) \frac{t_a - t_c}{R_1} = \frac{t_c - t_0}{R_0}, \text{ de unde } t_c = \frac{\frac{t_a}{R_1} + \frac{t_0}{(1 + \beta)R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{(1 + \beta)R_0}} \text{ [} ^\circ C \text{]}, \quad (5.15)$$



în care:

$t_c$  este temperatura aerului din canal, în °C;

$t_0$  este temperatura aerului din mediul înconjurător, în °C;

$\beta$  - coeficientul pierderilor suplimentare de căldură datorate elementelor de rețea neizolate;

$R_1 = R_{iz} + R_e$  - rezistența termică totală a conductei între temperaturile  $t_a$  și  $t_0$ , în [m·h·grd/kcal];

$R_0 = R_{can}^i + R_{can} + R_{sol}$  - rezistența termică totală a canalului între  $t_c$  și  $t_0$ , în [m·h·grd/kcal].

În general, temperatura aerului din canalele termice nevizitabile, în care sunt amplasate conducte de apă caldă cu temperaturi între 50 °C - 80 °C, atinge valori cuprinse între 15 °C - 30 °C în perioada sezonului rece, respectiv între 20 °C - 35 °C, în perioada sezonului cald, în funcție de adâncimea canalului termic, temperaturile de livrare a agentului termic, precum și de gradul de uzură al izolației termice.

**Tab. 5.5. Conductivitatea termică a solului  $\lambda_{sol}$**

Tipul terenului	$\lambda_{sol}$ , [W/m·°C]
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

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 canalul terenului, se poate scrie:

$$(1 + \beta)(q_1 + q_2 + \dots + q_n) = q_{can} \text{ sau } \frac{t_1 - t_c}{R_1} + \frac{t_2 - t_c}{R_2} + \dots + \frac{t_n - t_c}{R_n} = \frac{t_c - t_0}{(1 + \beta)R_0} \quad (5.16)$$

de unde se obține expresia temperaturii aerului din canal.

$$t_c = \frac{\frac{t_1}{R_1} + \frac{t_2}{R_2} + \dots + \frac{t_n}{R_n} + \frac{t_0}{(1 + \beta)R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} + \frac{1}{(1 + \beta)R_0}} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (5.17)$$

unde:

$t_1, t_2, \dots, t_n$  sunt temperaturile agenților termici transportați, în °C;

$R_1, R_2, \dots, R_n$  - rezistențele termice totale ale conductelor între temperatura agentului termic și temperatura aerului din canal, în [m·°C/W].

$R_0$  și  $t_0$  au aceeași semnificație ca în relația (5.15).

Cunoscând temperatura  $t_c$ , pierderea totală de căldură pentru fiecare conductă va fi:

$$\Delta Q_i = q_i(1 + \beta)L = \frac{t_i - t_c}{R_i}(1 + \beta)L \text{ [W]}, \text{ unde } i = 1, 2, \dots, n \quad (5.18)$$

#### 5.2.4. Calculul pierderii de căldură la conductele preizolate îngropate în pământ

Determinarea pierderii de căldură a unei conducte preizolate montate îngropat în pământ se face cu ajutorul relației generale:

$$\Delta Q = q(1 + \beta)L = \frac{t_a - t_0}{R_p + R_{iz} + R_{sp} + R_{sol}}(1 + \beta)L \text{ [W/h]}, \quad (5.19)$$

unde  $R_p$ ,  $R_{iz}$ ,  $R_{sp}$  și  $R_{sol}$  sunt date de expresiile (5.6), (5.7), (5.8), respectiv (5.12) – expresia lui  $R_{sol}$ , în care se înlocuiește  $D_e^e$  cu  $d_{sp}$ . Rezistența termică la trecerea căldurii de la suprafața terenului la aer se neglijează.

Conductivitatea termică a solului  $\lambda_{sol}$  depinde de natura, umiditatea și temperatura terenului. În tab. 5.6 au fost indicate o serie de valori pentru  $\lambda_{sol}$ . În calculul pierderilor tehnologice pe rețelele termice de transport și distribuție, prezentate în capitolul 6, s-a stabilit pentru  $\lambda_{sol}$  valoarea medie de 0,5 [W/m·°C], ținând cont de precizările de la capitolul 3.

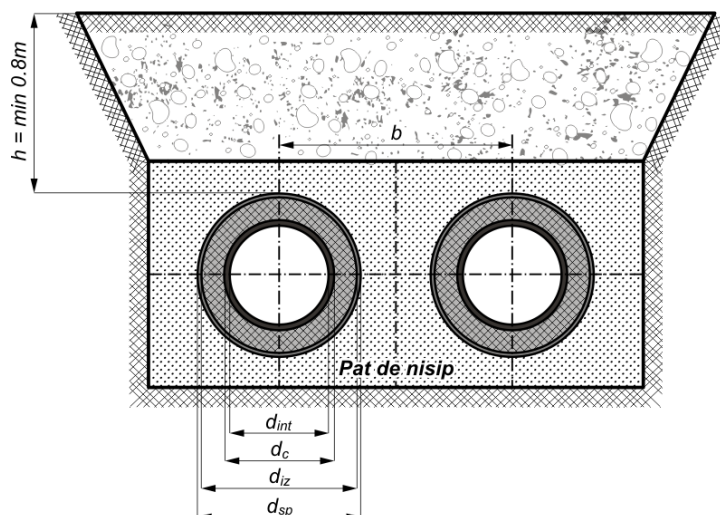
În cazul montării mai multor conducte îngropate în pământ fără canal, în literatura de specialitate se recomandă să se ia în considerare influența termică reciprocă a acestora. În general, această situație trebuie avută în vedere în cazul montării în același loc a mai multor conducte, cu temperaturi diferite de lucru, astfel încât poate să apară un transfer de căldură, prin sol, de la fluidul mai cald la cel mai rece.

În situațiile analizate în prezenta lucrare, conductele montate în același canal (în pat de nisip) au temperaturi de regim de funcționare apropiate ( $\Delta t_{max} \sim 10^\circ\text{C}$ ), iar modul de amplasare al acestora - conductele de transport în canale/trasee diferite de cele de distribuție – determină influențe minime între agenții termici transportați.

Astfel, în calcule s-a neglijat rezistența termică convențională, definită în literatură pentru situații de acest fel, expresia pierderilor de căldură utilizată în calcule fiind cea din relația (5.19), în care au fost determinate pentru fiecare conductă următoarele rezistențe de transfer:

$$R_p = \frac{1}{2\pi\lambda_p} \ln \frac{d_c}{d_{int}}; \quad (5.20); \quad R_{iz} = \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_c}; \quad (5.21);$$

$$R_{sp} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sp}} \ln \frac{d_{sp}}{d_{iz}}; \quad (5.22); \quad R_{sol} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sol}} \ln \frac{4h}{d_{sp}}; \quad (5.23)$$



**Fig. 5.2. Secțiune transversală de conducte preizolate montate îngropat direct în pământ**



## 6. BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL

### 6.1. Bilanțul termooenergetic real al surselor de producere energie termică

Așa cum s-a prezentat în cap. 2, sursele de producere energie termică din cadrul SACET Făgăraș sunt centralele termice de cvartal, fiecare echipate cu câte 2 ... 4 cazane de apă caldă cu funcționare pe gaze naturale.

Au fost efectuate vizite de lucru în teren și au fost realizate măsurători specifice (analiza gazelor de ardere, inspecție termografică, urmărirea consumului de gaze naturale – conform indicațiilor contorului existent pe bransamentul de alimentare cu gaze naturale al cazanelor, temperaturile tur-retur pe circuitul cazanului etc.), pentru cazanele aflate în funcțiune sau care au putut fi pornite manual, cu sprijinul operatorului.

Pe baza măsurătorilor efectuate și a datelor culese din teren, s-au întocmit bilanțuri termooenergetice orare specifice, pentru 3 seturi de date / regimuri de funcționare diferite (pentru trasabilitatea rezultatelor), prin care s-au determinat componentele utile și de pierderi ale bilanțurilor la nivelul cazanelor de apă caldă, respectiv randamentul mediu de producere a energiei termice pentru fiecare centrală termică de cvartal.

Bilanțul real anual s-a obținut pornind de la cantitățile de combustibil consumate lunar/anual, pe baza duratelor de funcționare ale cazanelor în anul de referință, valori furnizate de operator.

#### 6.1.1. Bilanțul termooenergetic real orar pe conturul CT 1

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C1 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoichiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

**Tab. 6.1. Ecuații de ardere pentru cazanul C1**

$n_B=10,53$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$10,53 \text{ CH}_4 + 21,1 \text{ O}_2 + 79,20 \text{ N}_2 = 10,53 \text{ CO}_2 + 21,1 \text{ H}_2\text{O} + 79,20 \text{ N}_2$
$n_B=11,61$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$11,61 \text{ CH}_5 + 23,2 \text{ O}_3 + 87,32 \text{ N}_3 = 11,61 \text{ CO}_3 + 23,2 \text{ H}_2\text{O} + 87,32 \text{ N}_3$
$n_B=11,08$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$11,08 \text{ CH}_6 + 22,2 \text{ O}_4 + 83,39 \text{ N}_4 = 11,08 \text{ CO}_4 + 22,2 \text{ H}_2\text{O} + 83,39 \text{ N}_4$
$n_B=10,53$	<i>Real</i> $\alpha=1,37$	$10,53 \text{ CH}_4 + 28,91 \text{ O}_2 + 108,74 \text{ N}_2 = 10,53 \text{ CO}_2 + 21,1 \text{ H}_2\text{O} + 108,74 \text{ N}_2 + 7,85 \text{ O}_2$
$n_B=11,61$	<i>Real</i> $\alpha=1,37$	$11,61 \text{ CH}_5 + 31,78 \text{ O}_2 + 119,54 \text{ N}_2 = 11,61 \text{ CO}_2 + 23,2 \text{ H}_2\text{O} + 119,54 \text{ N}_2 + 8,57 \text{ O}_2$
$n_B=11,08$	<i>Real</i> $\alpha=1,37$	$11,08 \text{ CH}_6 + 30,33 \text{ O}_2 + 114,08 \text{ N}_2 = 11,08 \text{ CO}_2 + 22,2 \text{ H}_2\text{O} + 114,08 \text{ N}_2 + 8,16 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C1, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

**Tab. 6.2. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1**

	52,41%	57,65%	55,03%
<i>Încărcare cazan</i>			
Coeficient de exces de aer $\alpha$	1,373	1,369	1,368
Temperatura aerului de ardere [°C]	30,0	30,0	30,0
Temperatura gazelor de ardere [°C]	77,7	82,3	83,7
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	236,0	260,2	248,5

Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	8,06	8,88	8,48
Nr. orar de kilomoli de combustibil $n_B$ consumat orar	10,53	11,61	11,08
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	180,0	180,0	180,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	65,0	65,0	65,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	75,0	76,0	76,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	272,1	272,1	274,2
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	314,0	318,2	318,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	35,1	35,1	35,1
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2247,7	2478,1	2366,7
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3086,0	3392,6	3237,7
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2483,7	2738,3	2615,2
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3322	3653	3486
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	183,6	189,7	191,6

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.3 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C1 (LOOS UT-WT-5200).

**Tab. 6.3. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C1**

CT 1															
Cazan C1															
<b>Perete frontal</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	0,207	10,0	22,3	
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,95	16,97	1,61E+10	0,71100	1,1E+10	302,16	0,02710	4,19923	0,617	186,6	285,6	
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,95	17,94	2,80E+10	0,71000	2,0E+10	362,85	0,02780	5,17204	0,754	561,9	769,7	
Zona 4	90,0	30,0	60,0	1,95	18,90	3,67E+10	0,70900	2,6E+10	396,82	0,02849	5,79768	0,597	747,8	1005,5	
Zona 5	110,0	30,0	70,0	1,95	19,92	4,28E+10	0,70850	3,0E+10	417,46	0,02919	6,24908	0,210	377,7	517,7	
Zona 6	130,0	30,0	80,0	1,95	20,94	4,70E+10	0,70800	3,3E+10	430,71	0,02989	6,60202	0,072	172,2	245,1	
Zona 7	150,0	30,0	90,0	1,95	22,00	4,97E+10	0,70550	3,5E+10	438,25	0,03065	6,88721	0,040	118,9	177,7	
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:											5198,8	din care:	2175,2	3023,60	
<b>Perete spate vertical</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	1,597	77,5	171,9	
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,95	16,97	1,61E+10	0,71100	1,1E+10	302,16	0,02710	4,19923	0,250	75,5	115,6	
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,95	17,94	2,80E+10	0,71000	2,0E+10	362,85	0,02780	5,17204	0,624	465,2	637,2	
Zona 4	90,0	30,0	60,0	1,95	18,90	3,67E+10	0,70900	2,6E+10	396,82	0,02849	5,79768	0,025	31,3	42,1	
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:											1616,2	din care:	649,5	966,74	
<b>Perete lateral cilindric</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	10,998	533,3	1183,3	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1716,6	din care:	533,3	1183,3	
<b>Perete superior orizontal</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,28	16,27	1,27E+09	0,71175	9,1E+08	129,69	0,02658	2,69259	2,346	113,8	252,4	
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,28	16,97	4,56E+09	0,71100	3,2E+09	198,42	0,02710	4,20100	1,083	327,9	501,7	
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,28	17,94	7,92E+09	0,71000	5,6E+09	238,28	0,02780	5,17421	0,180	134,6	184,3	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1514,7	din care:	576,3	938,4	
<b>Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C1 - CT 1</b>										[kJ/h]	10046,2	din care:	3934,2	6112,0	
										[kcal]	2403,4	din care:	941,2	1462,2	
										[kW]	2,79	din care:	1,09	1,70	

În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C1 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.1.



Tab. 6.4. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C1 – CT1

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>52,4%</b>	<b>57,7%</b>	<b>55,0%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	8,05	8,87	8,47
	[%]	14,1%	15,3%	14,6%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,11	0,12	0,11
	[%]	0,19%	0,21%	0,20%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	48,99	48,99	49,36
	[%]	85,73%	84,49%	85,18%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>57,14</b>	<b>57,98</b>	<b>57,95</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>52,4%</b>	<b>57,7%</b>	<b>55,0%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,609	0,692	0,667
	[%]	1,07%	1,19%	1,15%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,010	0,010	0,010
	[%]	0,02%	0,02%	0,02%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,62</b>	<b>0,70</b>	<b>0,68</b>
	<b>[%]</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,2%</b>
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	[GJ]	56,52	57,28	57,28
	[%]	98,9%	98,8%	98,8%
<b>Randamentul brut al instalatiei <math>\eta</math></b>		<b>98,9%</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,8%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,6%</b>	<b>93,4%</b>	<b>93,4%</b>

Tab. 6.5. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C1 – CT1

<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	2351,55
	%	14,67
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	31,52
	%	0,20
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	13641,61
	%	85,13
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	16024,7
	%	100,0
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	182,32
	%	1,14
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	2,79
	%	0,02
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	185,11
	%	1,16
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	15839,62
	%	98,85
<b>Randamentul brut al instalatiei <math>\eta</math></b>		<b>98,85%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,47%</b>

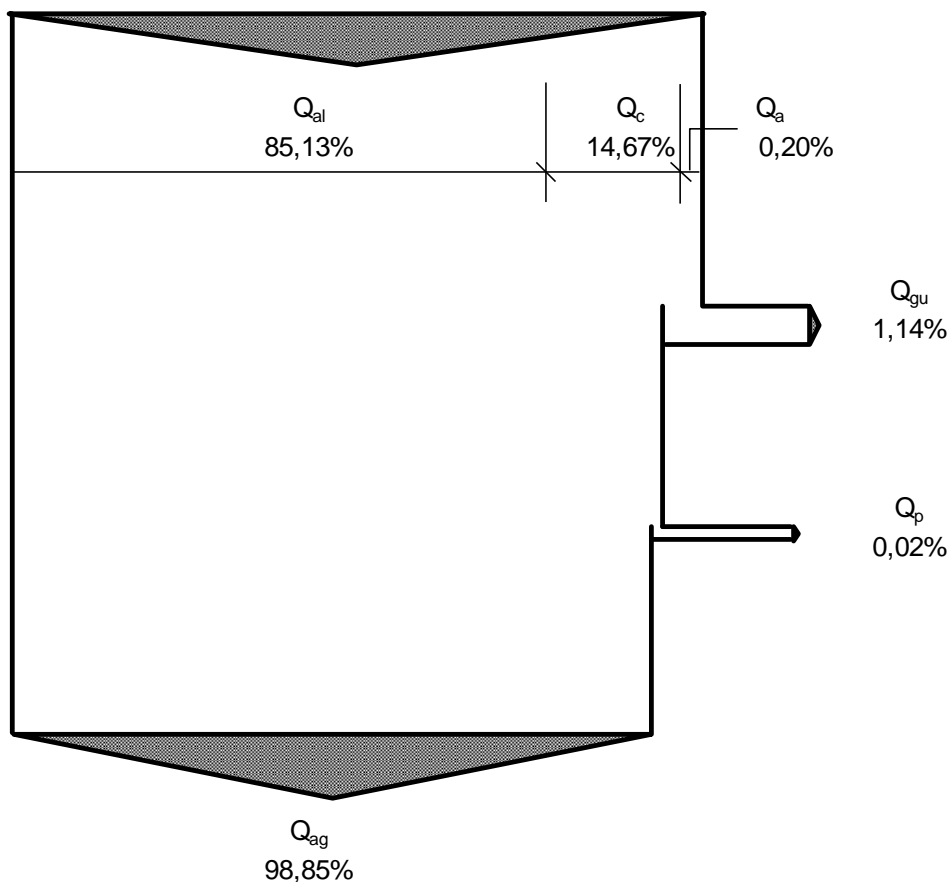


Fig. 6.1. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C1 – CT1

### 6.1.2. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 2

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C3 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoechiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

Tab. 6.6. Ecuații de ardere pentru cazanul C3

$n_B=9,43$	Teoretic $\alpha=1$	$9,434 \text{ CH}_4 + 18,9 \text{ O}_2 + 70,98 \text{ N}_2 = 9,43 \text{ CO}_2 + 18,9 \text{ H}_2\text{O} + 70,98 \text{ N}_2$
$n_B=11,02$	Teoretic $\alpha=1$	$11,02 \text{ CH}_5 + 22,0 \text{ O}_3 + 82,93 \text{ N}_3 = 11,02 \text{ CO}_3 + 22,0 \text{ H}_2\text{O} + 82,93 \text{ N}_3$
$n_B=11,55$	Teoretic $\alpha=1$	$11,55 \text{ CH}_6 + 23,1 \text{ O}_4 + 86,92 \text{ N}_4 = 11,55 \text{ CO}_4 + 23,1 \text{ H}_2\text{O} + 86,92 \text{ N}_4$
$n_B=9,43$	Real $\alpha=1,26$	$9,43 \text{ CH}_4 + 23,68 \text{ O}_2 + 89,08 \text{ N}_2 = 9,43 \text{ CO}_2 + 18,9 \text{ H}_2\text{O} + 89,08 \text{ N}_2 + 4,81 \text{ O}_2$
$n_B=11,02$	Real $\alpha=1,25$	$11,02 \text{ CH}_5 + 27,53 \text{ O}_2 + 103,57 \text{ N}_2 = 11,02 \text{ CO}_2 + 22,0 \text{ H}_2\text{O} + 103,57 \text{ N}_2 + 5,49 \text{ O}_2$
$n_B=11,55$	Real $\alpha=1,25$	$11,55 \text{ CH}_6 + 28,81 \text{ O}_2 + 108,39 \text{ N}_2 = 11,55 \text{ CO}_2 + 23,1 \text{ H}_2\text{O} + 108,39 \text{ N}_2 + 5,71 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C3, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

**Tab. 6.7. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3**

<i>Incărcare cazan</i>	47,17%	55,03%	57,65%
Coeficient de exces de aer $\alpha$	1,255	1,249	1,247
Temperatura aerului de ardere [°C]	34	34	34
Temperatura gazelor de ardere [°C]	79,0	81,6	83,5
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	211,5	247,1	259,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,22	8,43	8,84
Nr. orar de kilomoli de combustibil $n_B$ consumat orar	9,43	11,02	11,55
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	180,0	180,0	180,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	66,0	65,5	65,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	75,0	76,0	76,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	276,3	274,2	272,1
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	314,0	318,2	318,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	39,2	39,2	39,2
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2014,3	2353,4	2466,7
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	2528,0	2939,4	3076,0
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2225,8	2600,5	2725,7
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	2739	3186	3335
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	192,4	196,2	198,7

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.8 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C3 (LOOS UT-WT-5200).

**Tab. 6.8. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C3**

CT 2																	
Cazan C3																	
Perete frontal																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	0,207	10,0	22,3			
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,95	16,97	1,61E+10	0,71100	1,1E+10	302,16	0,02710	4,19923	0,617	186,6	285,6			
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,95	17,94	2,80E+10	0,71000	2,0E+10	362,85	0,02780	5,17204	0,754	561,9	769,7			
Zona 4	90,0	30,0	60,0	1,95	18,90	3,67E+10	0,70900	2,6E+10	396,82	0,02849	5,79768	0,597	747,8	1005,5			
Zona 5	110,0	30,0	70,0	1,95	19,92	4,28E+10	0,70850	3,0E+10	417,46	0,02919	6,24908	0,210	377,7	517,7			
Zona 6	130,0	30,0	80,0	1,95	20,94	4,70E+10	0,70800	3,3E+10	430,71	0,02989	6,60202	0,072	172,2	245,1			
Zona 7	150,0	30,0	90,0	1,95	22,00	4,97E+10	0,70550	3,5E+10	438,25	0,03065	6,88721	0,040	118,9	177,7			
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:											5198,8	din care:	2175,2	3023,60			
Perete spate vertical																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	1,597	77,5	171,9			
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,95	16,97	1,61E+10	0,71100	1,1E+10	302,16	0,02710	4,19923	0,250	75,5	115,6			
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,95	17,94	2,80E+10	0,71000	2,0E+10	362,85	0,02780	5,17204	0,624	465,2	637,2			
Zona 4	90,0	30,0	60,0	1,95	18,90	3,67E+10	0,70900	2,6E+10	396,82	0,02849	5,79768	0,025	31,3	42,1			
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:											1616,2	din care:	649,5	966,74			
Perete lateral cilindric																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	10,998	533,3	1183,3			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1716,6	din care:	533,3	1183,3			
Perete superior orizontal																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,28	16,27	1,27E+09	0,71175	9,1E+08	129,69	0,02658	2,69259	2,346	113,8	252,4			
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,28	16,97	4,56E+09	0,71100	3,2E+09	198,42	0,02710	4,20100	1,083	327,9	501,7			
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,28	17,94	7,92E+09	0,71000	5,6E+09	238,28	0,02780	5,17421	0,180	134,6	184,3			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1514,7	din care:	576,3	938,4			
<b>Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C3 - CT 2</b>											[kJ/h]	10046,2	din care:	3934,2	6112,0		
											[kcal]	2403,4	din care:	941,2	1462,2		
											[kW]	2,79	din care:	1,09	1,70		



În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C3 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.2.

**Tab. 6.9. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3 – CT2**

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>47,2%</b>	<b>55,0%</b>	<b>57,7%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	7,22	8,43	8,84
	[%]	12,7%	14,6%	15,3%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,10	0,12	0,12
	[%]	0,17%	0,20%	0,21%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	49,74	49,36	48,99
	[%]	87,17%	85,24%	84,54%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>57,06</b>	<b>57,91</b>	<b>57,95</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>47,2%</b>	<b>55,0%</b>	<b>57,7%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,527	0,625	0,663
	[%]	0,92%	1,08%	1,14%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,010	0,010	0,010
	[%]	0,02%	0,02%	0,02%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,54</b>	<b>0,64</b>	<b>0,67</b>
	<b>[%]</b>	<b>0,9%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,2%</b>
<b>Căldură conținută de agentul termic <math>Q_{ag}</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>56,52</b>	<b>57,28</b>	<b>57,28</b>
	<b>[%]</b>	<b>99,1%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,8%</b>
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>99,1%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,8%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>94,0%</b>	<b>93,8%</b>	<b>93,8%</b>

**Tab. 6.10. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C3 – CT2**

<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	2267,81
	%	14,16
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	31,02
	%	0,19
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	13711,39
	%	85,64
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	16010,2
	%	100,0
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	168,04
	%	1,05
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	2,79
	%	0,02
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	170,83
	%	1,07
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	15839,62
	%	98,93
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,93%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,85%</b>

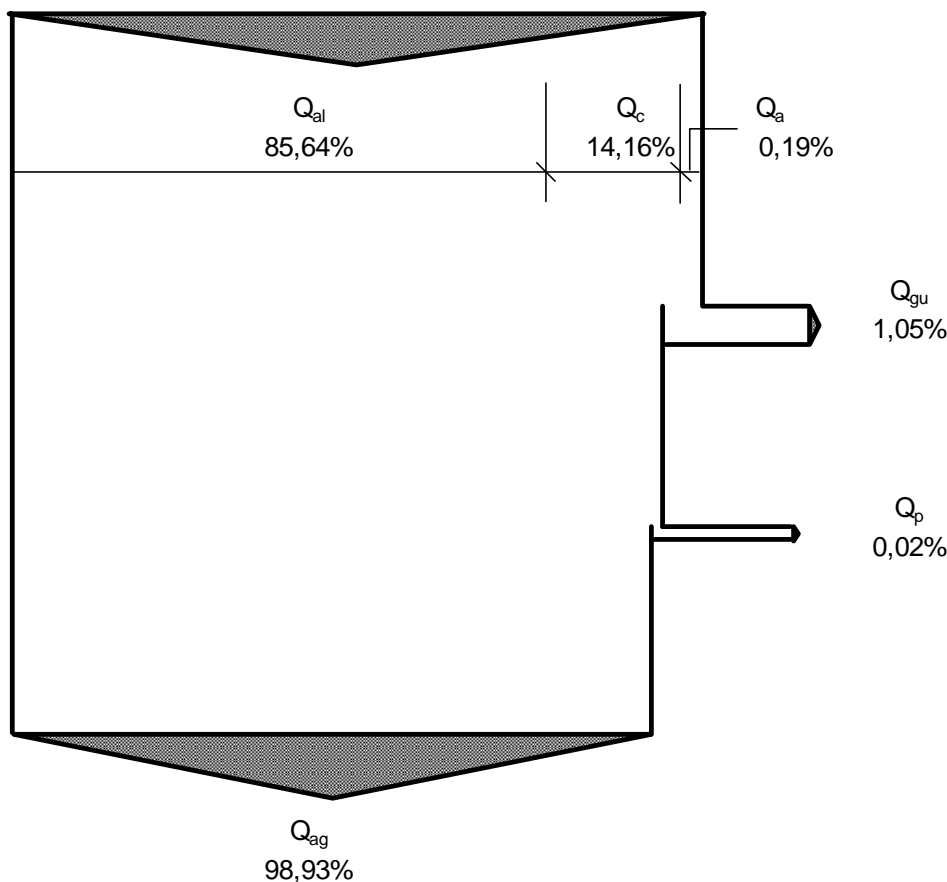


Fig. 6.2. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C3 – CT2

### 6.1.3. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 3

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C3 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoechiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

Tab. 6.11. Ecuații de ardere pentru cazanul C3

$n_B=9,95$	Teoretic $\alpha=1$	$9,951 \text{ CH}_4 + 19,9 \text{ O}_2 + 74,87 \text{ N}_2 = 9,95 \text{ CO}_2 + 19,9 \text{ H}_2\text{O} + 74,87 \text{ N}_2$
$n_B=10,52$	Teoretic $\alpha=1$	$10,52 \text{ CH}_5 + 21,0 \text{ O}_3 + 79,17 \text{ N}_3 = 10,52 \text{ CO}_3 + 21,0 \text{ H}_2\text{O} + 79,17 \text{ N}_3$
$n_B=11,38$	Teoretic $\alpha=1$	$11,38 \text{ CH}_6 + 22,8 \text{ O}_4 + 85,64 \text{ N}_4 = 11,38 \text{ CO}_4 + 22,8 \text{ H}_2\text{O} + 85,64 \text{ N}_4$
$n_B=9,95$	Real $\alpha=1,34$	$9,95 \text{ CH}_4 + 26,59 \text{ O}_2 + 100,03 \text{ N}_2 = 9,95 \text{ CO}_2 + 19,9 \text{ H}_2\text{O} + 100,03 \text{ N}_2 + 6,69 \text{ O}_2$
$n_B=10,52$	Real $\alpha=1,34$	$10,52 \text{ CH}_5 + 28,18 \text{ O}_2 + 106,00 \text{ N}_2 = 10,52 \text{ CO}_2 + 21,0 \text{ H}_2\text{O} + 106,00 \text{ N}_2 + 7,13 \text{ O}_2$
$n_B=11,38$	Real $\alpha=1,34$	$11,38 \text{ CH}_6 + 30,44 \text{ O}_2 + 114,51 \text{ N}_2 = 11,38 \text{ CO}_2 + 22,8 \text{ H}_2\text{O} + 114,51 \text{ N}_2 + 7,67 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C3, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Tab. 6.12. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Incărcare cazan	49,79%	52,41%	56,60%
Coeficient de exces de aer $\alpha$	1,336	1,339	1,337
Temperatura aerului de ardere [°C]	27	27	27
Temperatura gazelor de ardere [°C]	69,6	77,3	81,0
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	223,1	235,9	255,2
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,61	8,05	8,71
Nr. orar de kilomoli de combustibil $n_B$ consumat orar	9,95	10,52	11,38
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	180,0	180,0	180,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	65,5	65,5	65,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	75,0	75,5	75,8
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	274,2	274,2	272,1
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	314,0	316,1	317,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	31,9	31,9	31,9
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2124,8	2246,7	2430,5
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	2838,7	3008,3	3249,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2347,9	2482,6	2685,7
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3062	3244	3505
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	175,4	185,0	189,8

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.13 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C3 (LOOS UT-WT-5200).

Tab. 6.13. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C3

CT 3																	
Cazan C3																	
Perete frontal																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	28,5	29,3	1,95	15,97	1,42E+09	0,71208	1,0E+09	134,42	0,02635	1,81623	0,225	2,2	7,0			
Zona 2	50,0	28,5	39,3	1,95	16,90	1,75E+10	0,71108	1,2E+10	310,63	0,02705	4,30864	2,072	691,5	1024,5			
Zona 3	70,0	28,5	49,3	1,95	17,86	2,94E+10	0,71008	2,1E+10	368,62	0,02774	5,24435	0,200	156,6	210,1			
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:											2092,0	din care:	850,3	1241,7			
Perete spate vertical																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	28,5	29,3	1,95	15,97	1,42E+09	0,71208	1,0E+09	134,42	0,02635	1,81623	0,499	4,9	15,6			
Zona 2	50,0	28,5	39,3	1,95	16,90	1,75E+10	0,71108	1,2E+10	310,63	0,02705	4,30864	0,624	208,3	308,6			
Zona 3	70,0	28,5	49,3	1,95	17,86	2,94E+10	0,71008	2,1E+10	368,62	0,02774	5,24435	1,323	1037,5	1392,1			
Zona 4	90,0	28,5	59,3	1,95	18,83	3,80E+10	0,70908	2,7E+10	401,44	0,02844	5,85438	0,050	64,8	85,7			
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:											3117,5	din care:	1315,4	1802,0			
Perete lateral cilindric																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	28,5	29,3	1,95	15,97	1,42E+09	0,71208	1,0E+09	134,42	0,02635	1,81623	10,778	105,8	336,9			
Zona 2	50,0	28,5	39,3	1,95	16,90	1,75E+10	0,71108	1,2E+10	310,63	0,02705	4,30864	0,220	73,4	108,8			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											624,9	din care:	179,2	445,7			
Perete superior orizontal																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	28,5	29,3	1,28	15,97	4,00E+08	0,71208	2,9E+08	88,27	0,02635	1,81699	0,902	8,9	28,2			
Zona 2	50,0	28,5	39,3	1,28	16,90	4,96E+09	0,71108	3,5E+09	204,01	0,02705	4,31096	1,985	663,1	981,8			
Zona 3	70,0	28,5	49,3	1,28	17,86	8,30E+09	0,71008	5,9E+09	242,07	0,02774	5,24656	0,541	424,8	569,8			
Zona 4	90,0	28,5	59,3	1,28	18,82	1,07E+10	0,70904	7,6E+09	263,65	0,02844	5,85752	0,180	234,3	309,8			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											3220,6	din care:	1331,0	1889,6			
Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C3 - CT 3											[kJ/h]	9055,0	din care:	3676,0	5379,0		
											[kcal]	2166,3	din care:	879,4	1286,8		
											[kW]	2,52	din care:	1,02	1,50		



În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C3 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

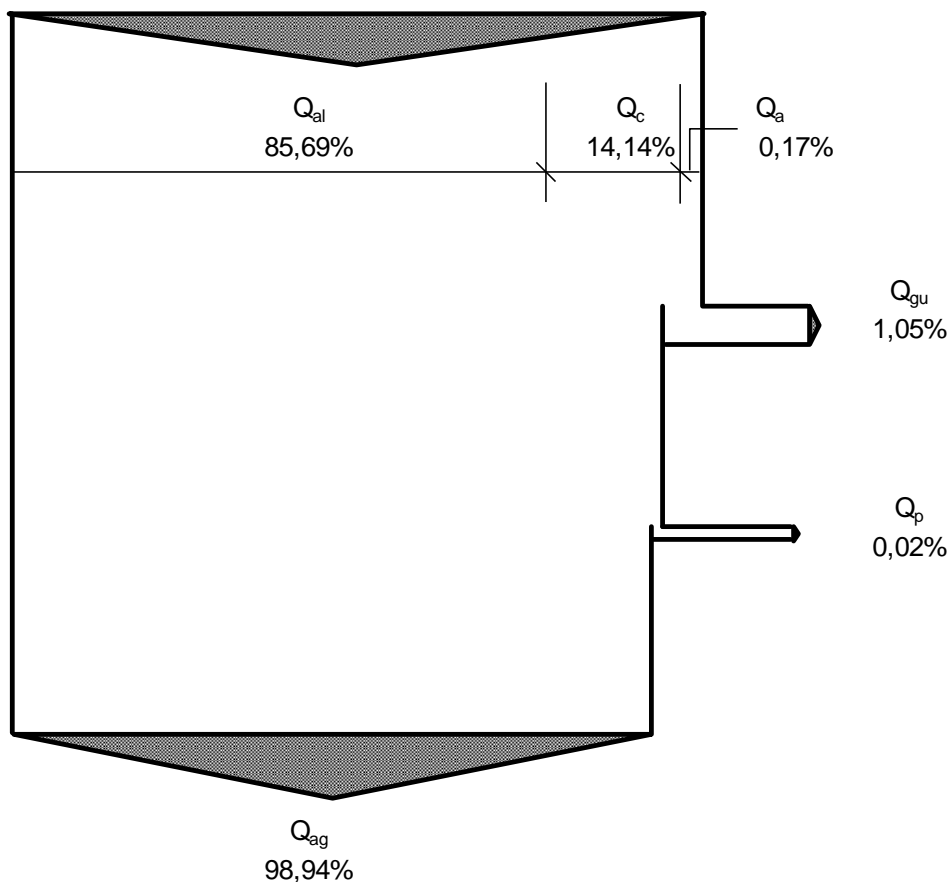
Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.3.

**Tab. 6.14. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3 – CT3**

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>49,8%</b>	<b>52,4%</b>	<b>56,6%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	7,61	8,05	8,71
	[%]	13,3%	14,0%	15,1%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,09	0,10	0,10
	[%]	0,16%	0,17%	0,18%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	49,36	49,36	48,99
	[%]	86,50%	85,83%	84,75%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>57,07</b>	<b>57,51</b>	<b>57,80</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>49,8%</b>	<b>52,4%</b>	<b>56,6%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,537	0,600	0,665
	[%]	0,94%	1,04%	1,15%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,009	0,009	0,009
	[%]	0,02%	0,02%	0,02%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,55</b>	<b>0,61</b>	<b>0,67</b>
	<b>[%]</b>	<b>1,0%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,2%</b>
<b>Căldură conținută de agentul termic <math>Q_{ag}</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>56,52</b>	<b>56,90</b>	<b>57,12</b>
	<b>[%]</b>	<b>99,0%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,8%</b>
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>99,0%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,8%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>94,0%</b>	<b>93,6%</b>	<b>93,4%</b>

**Tab. 6.15. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C3 – CT3**

Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		Valoare	
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	2257,06	
	%	14,14	
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	26,84	
	%	0,17	
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	13676,50	
	%	85,69	
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	15960,4	
	%	100,0	
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>			
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	166,91	
	%	1,05	
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	2,52	
	%	0,02	
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	169,43	
	%	1,06	
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	15790,77	
	%	98,94	
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,94%</b>	
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,67%</b>	



**Fig. 6.3. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C3 – CT3**

#### 6.1.4. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 4

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C1 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoechiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

**Tab. 6.16. Ecuații de ardere pentru cazanul C1**

$n_B=10,52$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$10,52 \text{ CH}_4 + 21,0 \text{ O}_2 + 79,12 \text{ N}_2 = 10,52 \text{ CO}_2 + 21,0 \text{ H}_2\text{O} + 79,12 \text{ N}_2$
$n_B=10,52$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$10,52 \text{ CH}_5 + 21,0 \text{ O}_3 + 79,13 \text{ N}_3 = 10,52 \text{ CO}_3 + 21,0 \text{ H}_2\text{O} + 79,13 \text{ N}_3$
$n_B=11,05$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$11,05 \text{ CH}_6 + 22,1 \text{ O}_4 + 83,13 \text{ N}_4 = 11,05 \text{ CO}_4 + 22,1 \text{ H}_2\text{O} + 83,13 \text{ N}_4$
$n_B=10,52$	<i>Real</i> $\alpha=1,38$	$10,52 \text{ CH}_4 + 29,02 \text{ O}_2 + 109,18 \text{ N}_2 = 10,52 \text{ CO}_2 + 21,0 \text{ H}_2\text{O} + 109,18 \text{ N}_2 + 7,99 \text{ O}_2$
$n_B=10,52$	<i>Real</i> $\alpha=1,38$	$10,52 \text{ CH}_5 + 28,99 \text{ O}_2 + 109,05 \text{ N}_2 = 10,52 \text{ CO}_2 + 21,0 \text{ H}_2\text{O} + 109,05 \text{ N}_2 + 7,95 \text{ O}_2$
$n_B=11,05$	<i>Real</i> $\alpha=1,38$	$11,05 \text{ CH}_6 + 30,38 \text{ O}_2 + 114,30 \text{ N}_2 = 11,05 \text{ CO}_2 + 22,1 \text{ H}_2\text{O} + 114,30 \text{ N}_2 + 8,29 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C1, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

**Tab. 6.17. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1**

<i>Încărcare cazan</i>	52,41%	52,41%	55,03%
Coeficient de exces de aer $\alpha$	1,380	1,378	1,375
Temperatura aerului de ardere [°C]	28,5	28,5	28,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	76,6	77,2	78,1
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	235,8	235,8	247,7
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	8,05	8,05	8,45
Nr. orar de kilomoli de combustibil $n_B$ consumat orar	10,52	10,52	11,05
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	180,0	180,0	180,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	65,0	65,5	65,3
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	75,0	75,5	75,8
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	272,1	274,2	273,4
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	314,0	316,1	317,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	33,5	33,5	33,5
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2245,3	2245,8	2359,1
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3098,5	3094,7	3243,8
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2481,0	2481,6	2606,8
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3334	3330	3491
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	181,8	182,7	184,0

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.18 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C1 (LOOS UT-WT-5200).

**Tab. 6.18. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C1**

CT 4																	
Cazan C1																	
<b>Perete frontal</b>																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	27,0	28,5	1,95	15,90	2,86E+09	0,71215	2,0E+09	169,96	0,02630	2,29186	0,225	5,6	13,9			
Zona 2	50,0	27,0	38,5	1,95	16,83	1,90E+10	0,71115	1,3E+10	318,83	0,02700	4,41376	2,072	757,8	1088,3			
Zona 3	70,0	27,0	48,5	1,95	17,79	3,07E+10	0,71015	2,2E+10	374,31	0,02769	5,31540	0,200	164,5	216,3			
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:											2246,4	din care:	927,9	1318,5			
<b>Perete spate vertical</b>																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	27,0	28,5	1,95	15,90	2,86E+09	0,71215	2,0E+09	169,96	0,02630	2,29186	0,499	12,4	31,0			
Zona 2	50,0	27,0	38,5	1,95	16,83	1,90E+10	0,71115	1,3E+10	318,83	0,02700	4,41376	0,624	228,3	327,8			
Zona 3	70,0	27,0	48,5	1,95	17,79	3,07E+10	0,71015	2,2E+10	374,31	0,02769	5,31540	1,323	1089,5	1432,9			
Zona 4	90,0	27,0	58,5	1,95	18,76	3,93E+10	0,70915	2,8E+10	406,03	0,02839	5,91051	0,050	67,0	87,2			
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:											3276,0	din care:	1397,2	1878,9			
<b>Perete lateral cilindric</b>																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	27,0	28,5	1,95	15,90	2,86E+09	0,71215	2,0E+09	169,96	0,02630	2,29186	10,778	267,0	668,8			
Zona 2	50,0	27,0	38,5	1,95	16,83	1,90E+10	0,71115	1,3E+10	318,83	0,02700	4,41376	0,220	80,5	115,6			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1131,8	din care:	347,5	784,3			
<b>Perete superior orizontal</b>																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	30,0	27,0	28,5	1,28	15,90	8,10E+08	0,71215	5,8E+08	111,61	0,02630	2,29283	0,902	22,4	56,0			
Zona 2	50,0	27,0	38,5	1,28	16,83	5,37E+09	0,71115	3,8E+09	209,42	0,02700	4,41666	1,985	726,7	1042,9			
Zona 3	70,0	27,0	48,5	1,28	17,79	8,69E+09	0,71015	6,2E+09	245,81	0,02769	5,31764	0,541	446,1	586,5			
Zona 4	90,0	27,0	58,5	1,28	18,75	1,11E+10	0,70908	7,9E+09	266,70	0,02839	5,91437	0,180	242,3	315,4			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											3438,3	din care:	1437,5	2000,8			
<b>Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C1 - CT 4</b>											[kJ/h]	10092,5	din care:	4110,0	5982,5		
											[kcal]	2414,5	din care:	983,3	1431,2		
											[kW]	2,81	din care:	1,14	1,66		



În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C1 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

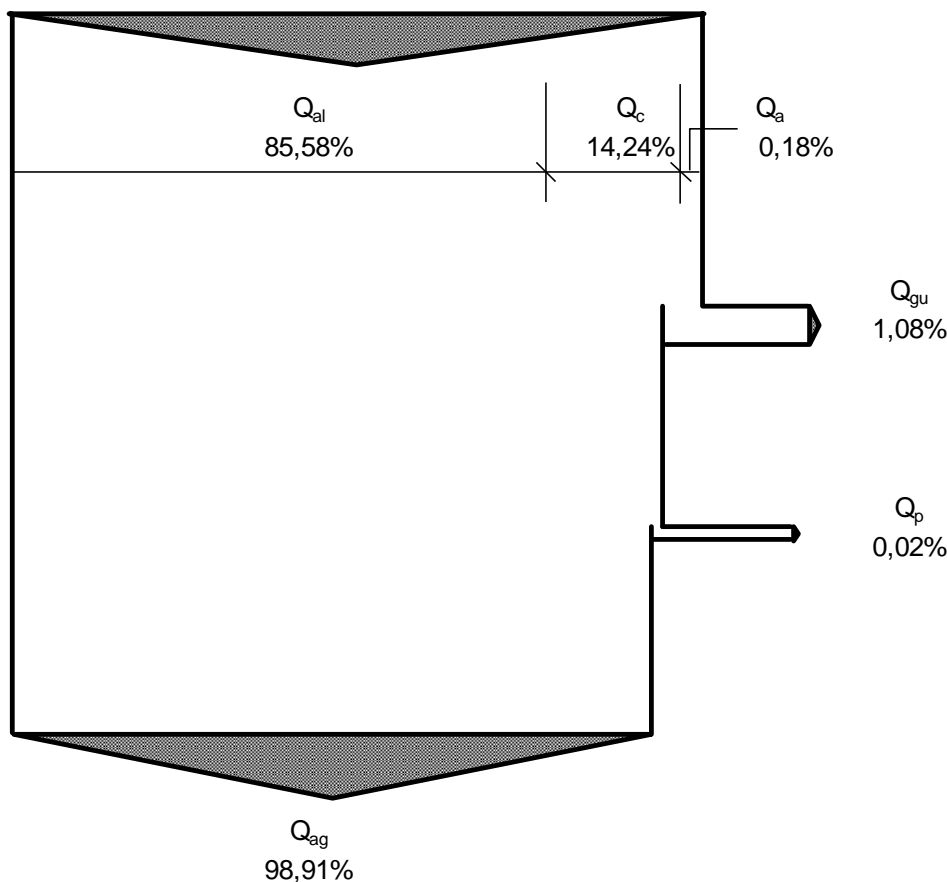
Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.4.

**Tab. 6.19. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C1 – CT4**

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>52,4%</b>	<b>52,4%</b>	<b>55,0%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	8,05	8,05	8,45
	[%]	14,1%	14,0%	14,6%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,10	0,10	0,11
	[%]	0,18%	0,18%	0,19%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	48,99	49,36	49,21
	[%]	85,74%	85,83%	85,18%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>57,14</b>	<b>57,51</b>	<b>57,77</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>52,4%</b>	<b>52,4%</b>	<b>55,0%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,606	0,608	0,642
	[%]	1,06%	1,06%	1,11%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,010	0,010	0,010
	[%]	0,02%	0,02%	0,02%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,62</b>	<b>0,62</b>	<b>0,65</b>
	<b>[%]</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,1%</b>
<b>Căldură conținută de agentul termic <math>Q_{ag}</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>56,52</b>	<b>56,90</b>	<b>57,12</b>
	<b>[%]</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,7%</b>	<b>93,6%</b>	<b>93,6%</b>

**Tab. 6.20. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C1 – CT4**

<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	2273,02
	%	14,24
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	29,25
	%	0,18
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	13662,54
	%	85,58
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	15964,8
	%	100,0
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	171,93
	%	1,08
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	2,80
	%	0,02
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	174,73
	%	1,09
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	15790,77
	%	98,91
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,91%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,63%</b>



**Fig. 6.4. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C1 – CT4**

### 6.1.5. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 5

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C2 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoechiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

**Tab. 6.21. Ecuații de ardere pentru cazanul C2**

$n_B=10,08$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$10,08 \text{ CH}_4 + 20,2 \text{ O}_2 + 75,84 \text{ N}_2 = 10,08 \text{ CO}_2 + 20,2 \text{ H}_2\text{O} + 75,84 \text{ N}_2$
$n_B=10,70$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$10,7 \text{ CH}_5 + 21,4 \text{ O}_3 + 80,54 \text{ N}_3 = 10,70 \text{ CO}_3 + 21,4 \text{ H}_2\text{O} + 80,54 \text{ N}_3$
$n_B=10,82$	<i>Teoretic</i> $\alpha=1$	$10,82 \text{ CH}_6 + 21,6 \text{ O}_4 + 81,38 \text{ N}_4 = 10,82 \text{ CO}_4 + 21,6 \text{ H}_2\text{O} + 81,38 \text{ N}_4$
$n_B=10,08$	<i>Real</i> $\alpha=1,86$	$10,08 \text{ CH}_4 + 37,54 \text{ O}_2 + 141,22 \text{ N}_2 = 10,08 \text{ CO}_2 + 20,2 \text{ H}_2\text{O} + 141,22 \text{ N}_2 + 17,38 \text{ O}_2$
$n_B=10,70$	<i>Real</i> $\alpha=1,80$	$10,70 \text{ CH}_5 + 38,43 \text{ O}_2 + 144,57 \text{ N}_2 = 10,70 \text{ CO}_2 + 21,4 \text{ H}_2\text{O} + 144,57 \text{ N}_2 + 17,02 \text{ O}_2$
$n_B=10,82$	<i>Real</i> $\alpha=1,79$	$10,82 \text{ CH}_6 + 38,68 \text{ O}_2 + 145,51 \text{ N}_2 = 10,82 \text{ CO}_2 + 21,6 \text{ H}_2\text{O} + 145,51 \text{ N}_2 + 17,05 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C2, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Tab. 6.22. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Incărcare cazan	49,79%	52,93%	53,46%
Coefficient de exces de aer $\alpha$	1,862	1,795	1,788
Temperatura aerului de ardere [°C]	27,5	27,5	27,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	75,2	75,5	76,3
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	226,0	240,0	242,5
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,71	8,19	8,28
Nr. orar de kilomoli de combustibil $n_B$ consumat orar	10,08	10,70	10,82
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	180,0	180,0	180,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	64,5	65,2	65,3
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	74,0	75,3	75,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	270,0	273,0	273,4
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	309,8	315,3	316,1
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	32,4	32,4	32,4
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2152,4	2285,8	2309,6
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	4007,8	4102,9	4129,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2378,4	2525,8	2552,1
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	4234	4343	4372
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	159,8	162,4	163,6

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.23 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C2 (LOOS UT-WT-5200).

Tab. 6.23. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C2

CT 5																	
Cazan C2																	
Perete frontal																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	0,207	10,0	22,3			
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,95	16,97	1,61E+10	0,71100	1,1E+10	302,16	0,02710	4,19923	0,617	186,6	285,6			
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,95	17,94	2,80E+10	0,71000	2,0E+10	362,85	0,02780	5,17204	0,754	561,9	769,7			
Zona 4	90,0	30,0	60,0	1,95	18,90	3,67E+10	0,70900	2,6E+10	396,82	0,02849	5,79768	0,597	747,8	1005,5			
Zona 5	110,0	30,0	70,0	1,95	19,92	4,28E+10	0,70850	3,0E+10	417,46	0,02919	6,24908	0,210	377,7	517,7			
Zona 6	130,0	30,0	80,0	1,95	20,94	4,70E+10	0,70800	3,3E+10	430,71	0,02989	6,60202	0,072	172,2	245,1			
Zona 7	150,0	30,0	90,0	1,95	22,00	4,97E+10	0,70550	3,5E+10	438,25	0,03065	6,88721	0,040	118,9	177,7			
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:											5198,8	din care:	2175,2	3023,60			
Perete spate vertical																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	1,597	77,5	171,9			
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,95	16,97	1,61E+10	0,71100	1,1E+10	302,16	0,02710	4,19923	0,250	75,5	115,6			
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,95	17,94	2,80E+10	0,71000	2,0E+10	362,85	0,02780	5,17204	0,624	465,2	637,2			
Zona 4	90,0	30,0	60,0	1,95	18,90	3,67E+10	0,70900	2,6E+10	396,82	0,02849	5,79768	0,025	31,3	42,1			
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:											1616,2	din care:	649,5	966,74			
Perete lateral cilindric																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,95	16,27	4,50E+09	0,71175	3,2E+09	197,49	0,02658	2,69146	10,998	533,3	1183,3			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1716,6	din care:	533,3	1183,3			
Perete superior orizontal																	
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr			
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]			
Zona 1	35,0	30,0	32,5	1,28	16,27	1,27E+09	0,71175	9,1E+08	129,69	0,02658	2,69259	2,346	113,8	252,4			
Zona 2	50,0	30,0	40,0	1,28	16,97	4,56E+09	0,71100	3,2E+09	198,42	0,02710	4,20100	1,083	327,9	501,7			
Zona 3	70,0	30,0	50,0	1,28	17,94	7,92E+09	0,71000	5,6E+09	238,28	0,02780	5,17421	0,180	134,6	184,3			
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1514,7	din care:	576,3	938,4			
Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C2 - CT 5											[kJ/h]	10046,2	din care:	3934,2	6112,0		
											[kcal]	2403,4	din care:	941,2	1462,2		
											[kW]	2,79	din care:	1,09	1,70		



În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C2 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

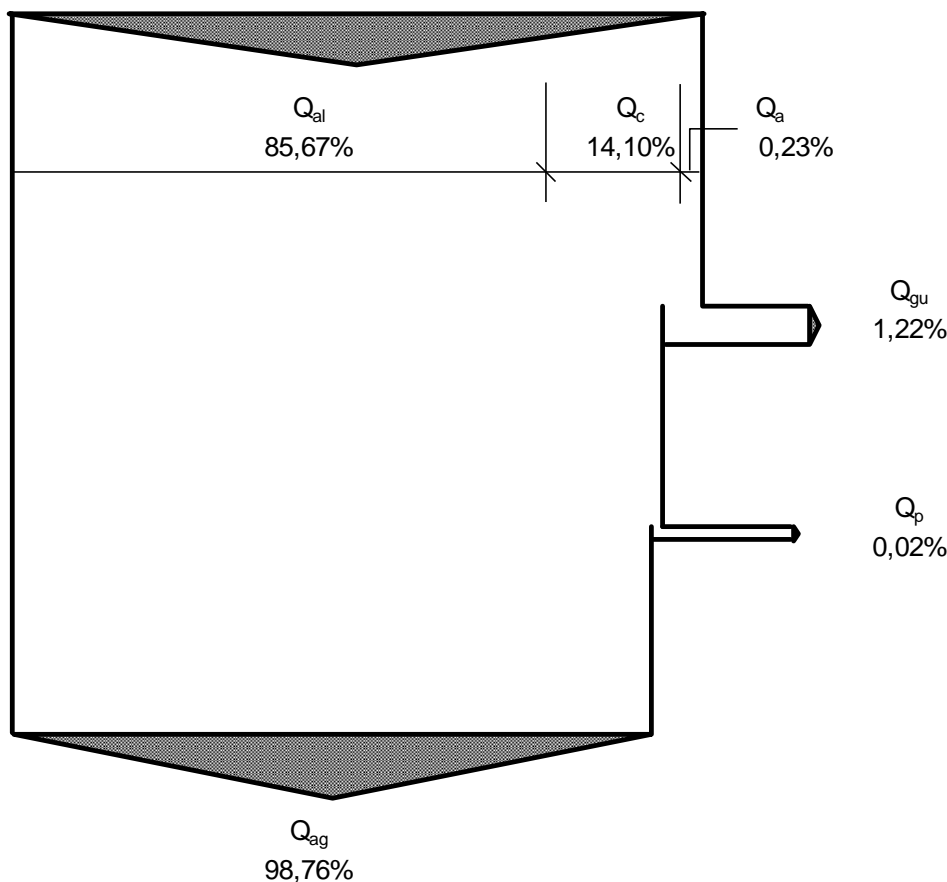
Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.5.

**Tab. 6.24. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2 – CT5**

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>49,8%</b>	<b>52,9%</b>	<b>53,5%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	7,71	8,19	8,28
	[%]	13,7%	14,3%	14,4%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,13	0,13	0,13
	[%]	0,23%	0,23%	0,23%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	48,61	49,14	49,21
	[%]	86,11%	85,51%	85,40%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>56,45</b>	<b>57,46</b>	<b>57,62</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>49,8%</b>	<b>52,9%</b>	<b>53,5%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,677	0,705	0,715
	[%]	1,20%	1,23%	1,24%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,010	0,010	0,010
	[%]	0,02%	0,02%	0,02%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,69</b>	<b>0,72</b>	<b>0,73</b>
	<b>[%]</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,3%</b>
<b>Căldură conținută de agentul termic <math>Q_{ag}</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>55,77</b>	<b>56,75</b>	<b>56,90</b>
	<b>[%]</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,7%</b>
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,8%</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,7%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>92,8%</b>	<b>92,9%</b>	<b>92,9%</b>

**Tab. 6.25. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C2 – CT5**

<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	2239,05
	%	14,10
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	36,73
	%	0,23
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	13606,72
	%	85,67
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	15882,5
	%	100,0
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	194,18
	%	1,22
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	2,79
	%	0,02
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	196,97
	%	1,24
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	15686,10
	%	98,76
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,76%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>92,87%</b>



**Fig. 6.5. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C2 – CT5**

### 6.1.6. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 7

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C2 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoichiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

**Tab. 6.26. Ecuații de ardere pentru cazanul C2**

$n_B=9,39$	Teoretic $\alpha=1$	$9,393 \text{ CH}_4 + 18,8 \text{ O}_2 + 70,68 \text{ N}_2 = 9,39 \text{ CO}_2 + 18,8 \text{ H}_2\text{O} + 70,68 \text{ N}_2$
$n_B=9,17$	Teoretic $\alpha=1$	$9,17 \text{ CH}_5 + 18,3 \text{ O}_3 + 69,00 \text{ N}_3 = 9,17 \text{ CO}_3 + 18,3 \text{ H}_2\text{O} + 69,00 \text{ N}_3$
$n_B=9,94$	Teoretic $\alpha=1$	$9,938 \text{ CH}_6 + 19,9 \text{ O}_4 + 74,77 \text{ N}_4 = 9,94 \text{ CO}_4 + 19,9 \text{ H}_2\text{O} + 74,77 \text{ N}_4$
$n_B=9,39$	Real $\alpha=1,48$	$9,39 \text{ CH}_4 + 27,84 \text{ O}_2 + 104,74 \text{ N}_2 = 9,39 \text{ CO}_2 + 18,8 \text{ H}_2\text{O} + 104,74 \text{ N}_2 + 9,06 \text{ O}_2$
$n_B=9,17$	Real $\alpha=1,49$	$9,17 \text{ CH}_5 + 27,31 \text{ O}_2 + 102,74 \text{ N}_2 = 9,17 \text{ CO}_2 + 18,3 \text{ H}_2\text{O} + 102,74 \text{ N}_2 + 8,97 \text{ O}_2$
$n_B=9,94$	Real $\alpha=1,49$	$9,94 \text{ CH}_6 + 29,57 \text{ O}_2 + 111,26 \text{ N}_2 = 9,94 \text{ CO}_2 + 19,9 \text{ H}_2\text{O} + 111,26 \text{ N}_2 + 9,70 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C2, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

**Tab. 6.27. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2**

	50,36%	48,85%	52,88%
<i>Incărcare cazan</i>			
Coefficient de exces de aer $\alpha$	1,482	1,489	1,488
Temperatura aerului de ardere [°C]	35	35	35
Temperatura gazelor de ardere [°C]	86,4	96,9	98,3
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	210,6	205,6	222,8
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,19	7,02	7,60
Nr. orar de kilomoli de combustibil $n_B$ consumat orar	9,39	9,17	9,94
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	160,0	160,0	160,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	65,0	65,5	65,3
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	75,0	75,2	75,8
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	272,1	274,2	273,4
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	314,0	314,8	317,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	40,2	40,2	40,2
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2005,8	1958,1	2121,9
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	2972,5	2915,7	3157,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2216,4	2163,7	2344,7
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3183	3121	3380
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	189,0	202,2	204,0

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.28 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C2 (LOOS UT-WT-4150).

**Tab. 6.28. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C2**

CT 7															
Cazan C2															
<b>Perete frontal</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,90	16,74	3,87E+09	0,71125	2,8E+09	187,79	0,02693	2,66123	0,181	8,7	20,4	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,90	17,20	1,08E+10	0,71075	7,7E+09	264,38	0,02728	3,79520	1,534	314,7	545,7	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	1,90	18,18	2,19E+10	0,70975	1,6E+10	334,29	0,02797	4,92082	0,090	56,0	82,4	
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:												1027,9	din care:	379,4	648,5
<b>Perete spate vertical</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,90	16,74	3,87E+09	0,71125	2,8E+09	187,79	0,02693	2,66123	0,361	17,3	40,8	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,90	17,20	1,08E+10	0,71075	7,7E+09	264,38	0,02728	3,79520	0,542	111,1	192,6	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	1,90	18,18	2,19E+10	0,70975	1,6E+10	334,29	0,02797	4,92082	0,903	560,1	824,4	
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:												1746,3	din care:	688,5	1057,8
<b>Perete lateral cilindric</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,90	16,74	3,87E+09	0,71125	2,8E+09	187,79	0,02693	2,66123	9,608	460,7	1085,3	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,90	17,20	1,08E+10	0,71075	7,7E+09	264,38	0,02728	3,79520	0,196	40,2	69,7	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:												1655,9	din care:	500,9	1155,0
<b>Perete superior orizontal</b>															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	0,95	16,74	4,83E+08	0,71125	3,4E+08	93,96	0,02693	2,66308	0,613	29,4	69,2	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	0,95	17,21	1,35E+09	0,71075	9,6E+08	132,24	0,02727	3,79637	1,471	301,8	523,1	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	0,95	18,18	2,74E+09	0,70975	1,9E+09	167,26	0,02797	4,92423	0,245	152,2	223,9	
Zona 4	90,0	35,0	62,5	0,95	19,16	3,76E+09	0,70888	2,7E+09	185,79	0,02867	5,60607	0,123	136,2	193,4	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:												1629,1	din care:	619,5	1009,6
<b>Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C2 - CT 7</b>										[kJ/h]	6059,3	din care:	2188,3	3871,0	
										[kcal]	1449,6	din care:	523,5	926,1	
										[kW]	1,69	din care:	0,61	1,08	



În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C2 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

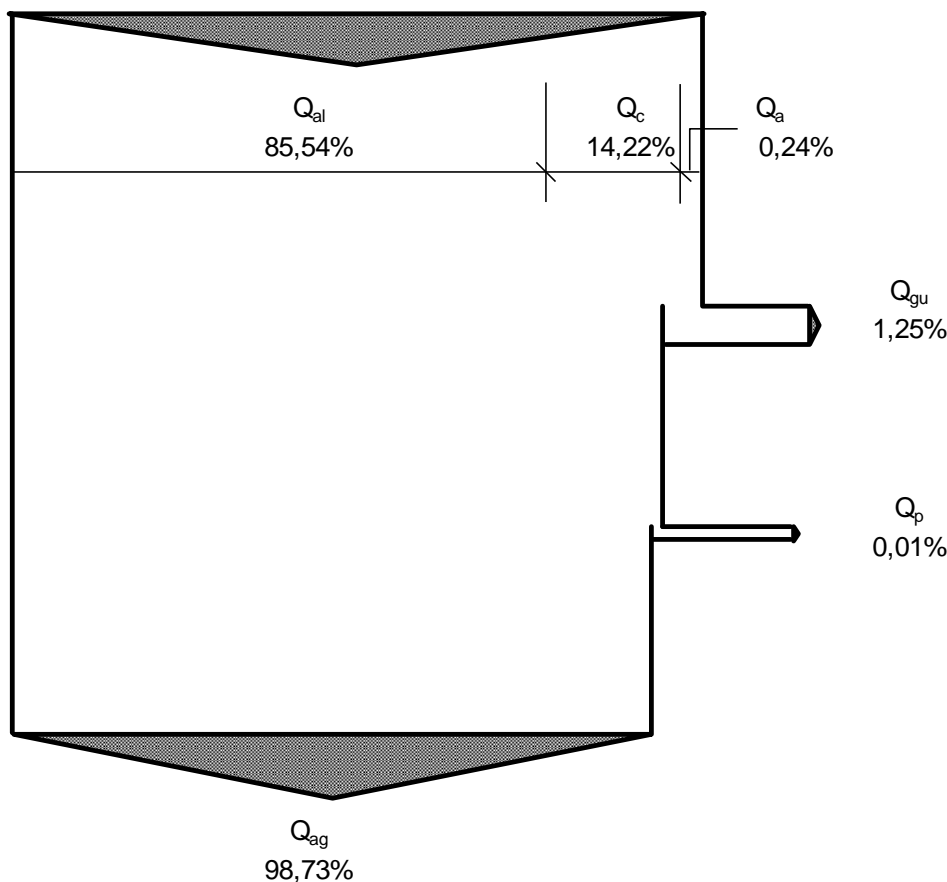
Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.6.

**Tab. 6.29. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2 – CT7**

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>50,4%</b>	<b>48,9%</b>	<b>52,9%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	7,19	7,02	7,60
	[%]	14,1%	13,8%	14,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,12	0,12	0,13
	[%]	0,24%	0,23%	0,25%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	43,54	43,88	43,74
	[%]	85,63%	86,01%	84,98%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>50,85</b>	<b>51,01</b>	<b>51,48</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>50,4%</b>	<b>48,9%</b>	<b>52,9%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,602	0,631	0,689
	[%]	1,18%	1,24%	1,34%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,006	0,006	0,006
	[%]	0,01%	0,01%	0,01%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,61</b>	<b>0,64</b>	<b>0,70</b>
	<b>[%]</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,4%</b>
<b>Căldură conținută de agentul termic <math>Q_{ag}</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>50,24</b>	<b>50,38</b>	<b>50,78</b>
	<b>[%]</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,6%</b>
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,8%</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,6%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,2%</b>	<b>92,6%</b>	<b>92,5%</b>

**Tab. 6.30. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C2 – CT7**

Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		Valoare	
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	2019,41	
	%	14,22	
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	33,70	
	%	0,24	
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	12144,48	
	%	85,54	
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	14197,6	
	%	100,0	
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>			
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	177,98	
	%	1,25	
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	1,68	
	%	0,01	
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	179,66	
	%	1,27	
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	14017,63	
	%	98,73	
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,73%</b>	
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>92,76%</b>	



**Fig. 6.6. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C2 – CT7**

### 6.1.7. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 8

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C1 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoechiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

**Tab. 6.31. Ecuații de ardere pentru cazanul C1**

$n_B=9,38$	Teoretic $\alpha=1$	$9,376 \text{ CH}_4 + 18,8 \text{ O}_2 + 70,54 \text{ N}_2 = 9,38 \text{ CO}_2 + 18,8 \text{ H}_2\text{O} + 70,54 \text{ N}_2$
$n_B=9,48$	Teoretic $\alpha=1$	$9,478 \text{ CH}_5 + 19,0 \text{ O}_3 + 71,31 \text{ N}_3 = 9,48 \text{ CO}_3 + 19,0 \text{ H}_2\text{O} + 71,31 \text{ N}_3$
$n_B=9,96$	Teoretic $\alpha=1$	$9,96 \text{ CH}_6 + 19,9 \text{ O}_4 + 74,94 \text{ N}_4 = 9,96 \text{ CO}_4 + 19,9 \text{ H}_2\text{O} + 74,94 \text{ N}_4$
$n_B=9,38$	Real $\alpha=1,52$	$9,38 \text{ CH}_4 + 28,54 \text{ O}_2 + 107,36 \text{ N}_2 = 9,38 \text{ CO}_2 + 18,8 \text{ H}_2\text{O} + 107,36 \text{ N}_2 + 9,79 \text{ O}_2$
$n_B=9,48$	Real $\alpha=1,53$	$9,48 \text{ CH}_5 + 29,08 \text{ O}_2 + 109,40 \text{ N}_2 = 9,48 \text{ CO}_2 + 19,0 \text{ H}_2\text{O} + 109,40 \text{ N}_2 + 10,12 \text{ O}_2$
$n_B=9,96$	Real $\alpha=1,56$	$9,96 \text{ CH}_6 + 31,00 \text{ O}_2 + 116,60 \text{ N}_2 = 9,96 \text{ CO}_2 + 19,9 \text{ H}_2\text{O} + 116,60 \text{ N}_2 + 11,08 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C1, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Tab. 6.32. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

	50,36%	50,87%	53,39%
Incărcare cazan	50,36%	50,87%	53,39%
Coefficient de exces de aer $\alpha$	1,522	1,534	1,556
Temperatura aerului de ardere [°C]	32	32	32
Temperatura gazelor de ardere [°C]	80,4	81,2	82,5
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	210,2	212,5	223,3
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,17	7,25	7,62
Nr. orar de kilomoli de combustibil n <sub>B</sub> consumat orar	9,38	9,48	9,96
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	160,0	160,0	160,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	65,0	65,5	65,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	75,0	75,6	76,1
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	272,1	274,2	274,2
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	314,0	316,5	318,6
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	37,2	37,2	37,2
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2001,9	2023,9	2126,7
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3047,0	3104,6	3309,2
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	2212,1	2236,4	2350,0
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	3257	3317	3532
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	179,5	179,9	180,6

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.33 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C1 (LOOS UT-WT-4150).

Tab. 6.33. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C1

CT 8															
Cazan C1															
Perete frontal															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,90	16,74	3,87E+09	0,71125	2,8E+09	187,79	0,02693	2,66123	0,181	8,7	20,4	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,90	17,20	1,08E+10	0,71075	7,7E+09	264,38	0,02728	3,79520	1,534	314,7	545,7	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	1,90	18,18	2,19E+10	0,70975	1,6E+10	334,29	0,02797	4,92082	0,090	56,0	82,4	
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:												1027,9	din care:	379,4	648,5
Perete spate vertical															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,90	16,74	3,87E+09	0,71125	2,8E+09	187,79	0,02693	2,66123	0,361	17,3	40,8	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,90	17,20	1,08E+10	0,71075	7,7E+09	264,38	0,02728	3,79520	0,542	111,1	192,6	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	1,90	18,18	2,19E+10	0,70975	1,6E+10	334,29	0,02797	4,92082	0,903	560,1	824,4	
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:												1746,3	din care:	688,5	1057,8
Perete lateral cilindric															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,90	16,74	3,87E+09	0,71125	2,8E+09	187,79	0,02693	2,66123	9,608	460,7	1085,3	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,90	17,20	1,08E+10	0,71075	7,7E+09	264,38	0,02728	3,79520	0,196	40,2	69,7	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:												1655,9	din care:	500,9	1155,0
Perete superior orizontal															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	0,95	16,74	4,83E+08	0,71125	3,4E+08	93,96	0,02693	2,66308	0,613	29,4	69,2	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	0,95	17,21	1,35E+09	0,71075	9,6E+08	132,24	0,02727	3,79637	1,471	301,8	523,1	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	0,95	18,18	2,74E+09	0,70975	1,9E+09	167,26	0,02797	4,92423	0,245	152,2	223,9	
Zona 4	90,0	35,0	62,5	0,95	19,16	3,76E+09	0,70888	2,7E+09	185,79	0,02867	5,60607	0,123	136,2	193,4	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:												1629,1	din care:	619,5	1009,6
Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C1 - CT 8										[kJ/h]	6059,3	din care:	2188,3	3871,0	
										[kcal]	1449,6	din care:	523,5	926,1	
										[kW]	1,69	din care:	0,61	1,08	



În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C1 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.7.

**Tab. 6.34. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C1 – CT8**

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>50,4%</b>	<b>50,9%</b>	<b>53,4%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	7,17	7,25	7,62
	[%]	14,1%	14,2%	14,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,11	0,12	0,12
	[%]	0,22%	0,23%	0,24%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	43,54	43,88	43,88
	[%]	85,66%	85,62%	85,00%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>50,83</b>	<b>51,25</b>	<b>51,62</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>50,4%</b>	<b>50,9%</b>	<b>53,4%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,585	0,597	0,638
	[%]	1,15%	1,16%	1,24%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,006	0,006	0,006
	[%]	0,01%	0,01%	0,01%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,59</b>	<b>0,60</b>	<b>0,64</b>
	<b>[%]</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,2%</b>	<b>1,2%</b>
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	[GJ]	50,24	50,64	50,98
	[%]	98,8%	98,8%	98,8%
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,8%</b>	<b>98,8%</b>	<b>98,8%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,4%</b>	<b>93,3%</b>	<b>93,2%</b>

**Tab. 6.35. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C1 – CT8**

Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		Valoare	
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	2041,53	
	%	14,35	
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	32,55	
	%	0,23	
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	12156,89	
	%	85,43	
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	14231,0	
	%	100,0	
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>			
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	168,46	
	%	1,18	
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	1,68	
	%	0,01	
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	170,14	
	%	1,20	
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	14061,05	
	%	98,81	
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,81%</b>	
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,27%</b>	

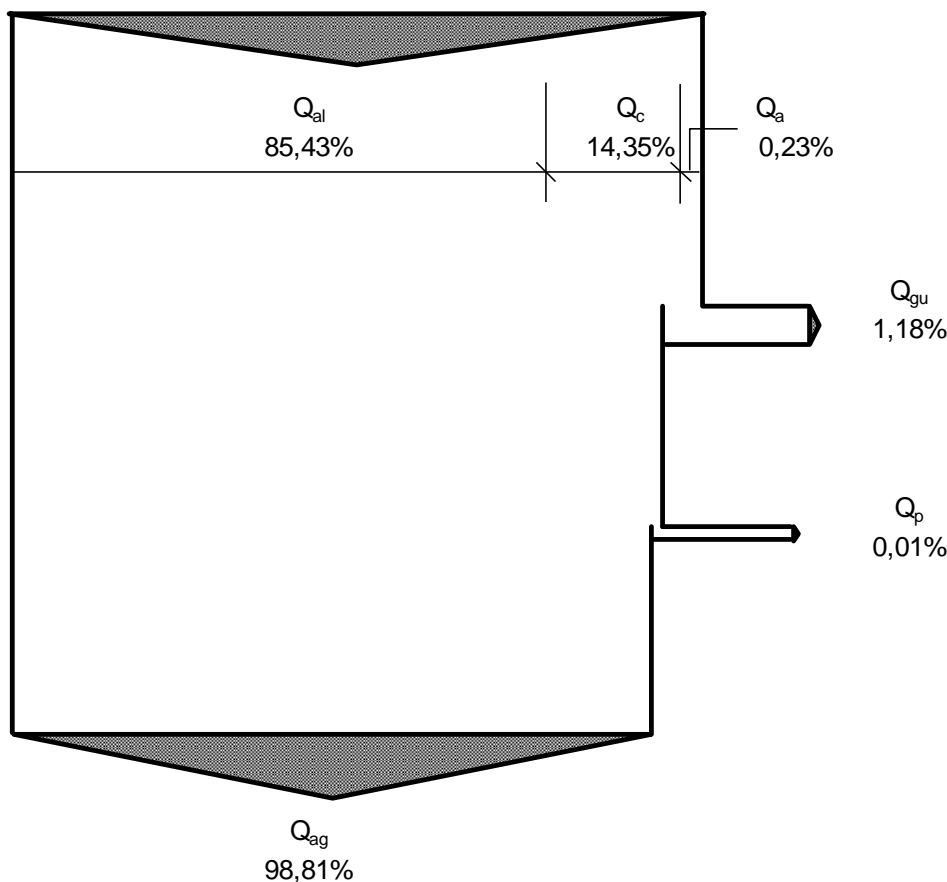


Fig. 6.7. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C1 – CT8

### 6.1.8. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 9

Așa cum s-a precizat anterior, pentru determinarea randamentului cazanului C2 aflat în funcțiune au fost efectuate măsurători în regim normal de funcționare, respectiv analiza gazelor de ardere și inspecție termografică a pereților exteriori.

Pornind de la rezultatele măsurătorilor au fost scrise ecuațiile de ardere stoechiometrică a gazului, pe baza cărora s-au determinat volumul de aer de ardere și cel de gaze arse evacuate, conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5).

Tab. 6.36. Ecuații de ardere pentru cazanul C2

$n_B=2,81$	Teoretic $\alpha=1$	$2,808 \text{ CH}_4 + 5,6 \text{ O}_2 + 21,13 \text{ N}_2 = 2,81 \text{ CO}_2 + 5,6 \text{ H}_2\text{O} + 21,13 \text{ N}_2$
$n_B=2,87$	Teoretic $\alpha=1$	$2,866 \text{ CH}_5 + 5,7 \text{ O}_3 + 21,56 \text{ N}_3 = 2,87 \text{ CO}_3 + 5,7 \text{ H}_2\text{O} + 21,56 \text{ N}_3$
$n_B=2,84$	Teoretic $\alpha=1$	$2,839 \text{ CH}_6 + 5,7 \text{ O}_4 + 21,36 \text{ N}_4 = 2,84 \text{ CO}_4 + 5,7 \text{ H}_2\text{O} + 21,36 \text{ N}_4$
$n_B=2,81$	Real $\alpha=1,38$	$2,81 \text{ CH}_4 + 7,75 \text{ O}_2 + 29,15 \text{ N}_2 = 2,81 \text{ CO}_2 + 5,6 \text{ H}_2\text{O} + 29,15 \text{ N}_2 + 2,13 \text{ O}_2$
$n_B=2,87$	Real $\alpha=1,38$	$2,87 \text{ CH}_5 + 7,90 \text{ O}_2 + 29,71 \text{ N}_2 = 2,87 \text{ CO}_2 + 5,7 \text{ H}_2\text{O} + 29,71 \text{ N}_2 + 2,17 \text{ O}_2$
$n_B=2,84$	Real $\alpha=1,38$	$2,84 \text{ CH}_6 + 7,81 \text{ O}_2 + 29,37 \text{ N}_2 = 2,84 \text{ CO}_2 + 5,7 \text{ H}_2\text{O} + 29,37 \text{ N}_2 + 2,13 \text{ O}_2$

Valorile mărimilor măsurate pentru cazanul de apă fierbinte C2, precum și cele calculate pe baza acestora, sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Tab. 6.37. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Incărcare cazan	48,19%	49,16%	48,68%
Coefficient de exces de aer $\alpha$	1,380	1,378	1,375
Temperatura aerului de ardere [°C]	28,5	28,5	28,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	76,6	77,2	78,1
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m <sup>3</sup> ]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m <sup>3</sup> /h]	63,0	64,3	63,7
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	2,15	2,19	2,17
Nr. orar de kilomoli de combustibil $n_B$ consumat orar	2,81	2,87	2,84
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	48,0	48,0	48,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	65,0	65,0	65,3
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	75,0	75,2	75,4
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/kg]	272,1	272,1	273,4
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/kg]	314,0	314,8	315,7
Entalpia aerului de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	33,5	33,5	33,5
Volum de aer de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	599,5	611,9	606,2
Volum de aer de ardere real [m <sup>3</sup> ]	827,4	843,2	833,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m <sup>3</sup> ]	662,5	676,2	669,9
Volum de gaze de ardere real [m <sup>3</sup> ]	890	907	897
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m <sup>3</sup> ]	181,8	182,7	184,0

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (cap. 5), pe baza rezultatelor inspecției termografice efectuate cu camera de termoviziune. În tab. 6.33 este prezentat calculul coeficienților de convecție și al pierderilor de căldură prin convecție și radiație, pentru fiecare din pereții exteriori ai cazanului C2 (LOOS UT-L 10 x 6 UNIMAT).

Tab. 6.38. Coeficienți de convecție și pierderi de căldură prin pereții cazanului C2

CT 9															
Cazan C2															
Perete frontal															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,70	16,74	2,77E+09	0,71125	2,0E+09	168,04	0,02693	2,66153	0,153	7,3	17,3	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,70	17,20	7,74E+09	0,71075	5,5E+09	236,57	0,02728	3,79562	1,301	266,8	462,6	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	1,70	18,18	1,57E+10	0,70975	1,1E+10	299,13	0,02797	4,92137	0,077	47,5	69,9	
Total pierderi de căldură prin perete față vertical [kJ/h]:											871,4	din care:	321,6	549,7	
Perete spate vertical															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,70	16,74	2,77E+09	0,71125	2,0E+09	168,04	0,02693	2,66153	0,306	14,7	34,6	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,70	17,20	7,74E+09	0,71075	5,5E+09	236,57	0,02728	3,79562	0,459	94,2	163,3	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	1,70	18,18	1,57E+10	0,70975	1,1E+10	299,13	0,02797	4,92137	0,765	474,8	698,8	
Total pierderi de căldură prin perete spate vertical [kJ/h]:											1480,3	din care:	583,7	896,7	
Perete lateral cilindric															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	1,70	16,74	2,77E+09	0,71125	2,0E+09	168,04	0,02693	2,66153	7,429	356,2	839,2	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	1,70	17,20	7,74E+09	0,71075	5,5E+09	236,57	0,02728	3,79562	0,391	80,2	139,1	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1414,7	din care:	436,5	978,2	
Perete superior orizontal															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	$\lambda$	$\alpha$	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m <sup>2</sup> /s]					[W/m·°C]	[W/m <sup>2</sup> ·°C]	[m <sup>2</sup> ]	[kJ/h]	[kJ/h]	
Zona 1	40,0	35,0	37,5	0,90	16,74	4,11E+08	0,71125	2,9E+08	89,02	0,02693	2,66322	0,518	24,8	58,5	
Zona 2	50,0	35,0	42,5	0,90	17,21	1,15E+09	0,71075	8,2E+08	125,28	0,02727	3,79658	1,242	254,9	441,8	
Zona 3	70,0	35,0	52,5	0,90	18,18	2,33E+09	0,70975	1,7E+09	158,46	0,02797	4,92450	0,207	128,6	189,1	
Zona 4	90,0	35,0	62,5	0,90	19,16	3,20E+09	0,70888	2,3E+09	176,02	0,02867	5,60638	0,104	115,0	163,3	
Total pierderi de căldură prin pereții laterali verticali [kJ/h]:											1375,9	din care:	523,3	852,6	
Total pierderi de căldură prin pereți – cazan C2 - CT 9										[kJ/h]	5142,3	din care:	1865,0	3277,3	
										[kcal]	1230,2	din care:	446,2	784,0	
										[kW]	1,43	din care:	0,52	0,91	



În tabelele de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului C2 pentru cele trei regimuri de funcționare măsurate, respectiv bilanțul real orar al cazanului pentru regimul mediu.

Diagrama Sankey pentru bilanțul termoeenergetic real orar este prezentată în fig. 6.8.

**Tab. 6.39. Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2 – CT9**

Componenetele bilanțului real orar		Valoare la sarcina:		
<b>Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:</b>		<b>48,2%</b>	<b>49,2%</b>	<b>48,7%</b>
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	[GJ]	2,15	2,19	2,17
	[%]	14,1%	14,3%	14,2%
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	[GJ]	0,03	0,03	0,03
	[%]	0,18%	0,18%	0,18%
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	[GJ]	13,06	13,06	13,12
	[%]	85,72%	85,47%	85,64%
<b>Total caldura intrata <math>Q_i</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>15,24</b>	<b>15,28</b>	<b>15,32</b>
	<b>[%]</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>		<b>48,2%</b>	<b>49,2%</b>	<b>48,7%</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	[GJ]	0,162	0,166	0,165
	[%]	1,06%	1,08%	1,08%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	[GJ]	0,005	0,005	0,005
	[%]	0,03%	0,03%	0,03%
<b>Total pierderi de căldură <math>\Delta Q</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>
	<b>[%]</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,1%</b>	<b>1,1%</b>
<b>Căldură conținută de agentul termic <math>Q_{ag}</math></b>	<b>[GJ]</b>	<b>15,07</b>	<b>15,11</b>	<b>15,15</b>
	<b>[%]</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>	<b>98,9%</b>
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,5%</b>	<b>93,5%</b>	<b>93,4%</b>

**Tab. 6.40. Bilanțul termoeenergetic real ORAR mediu al cazanului C2 – CT9**

Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		Valoare	
Căldura chimică a combustibilului $Q_c$	kWh	603,14	
	%	14,21	
Căldura introdusă cu aerul de ardere $Q_a$	kWh	7,76	
	%	0,18	
Căldura introdusă cu apa de alimentare $Q_{al}$	kWh	3634,04	
	%	85,61	
Total caldura intrata $Q_i$	kWh	4244,9	
	%	100,0	
<b>Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:</b>			
Pierderi de căldură cu gazele de ardere $Q_{gu}$	kWh	45,62	
	%	1,07	
Pierderi de căldură prin pereții cazanului $Q_p$	kWh	1,43	
	%	0,03	
Total pierderi de căldură $\Delta Q$	kWh	47,05	
	%	1,11	
Căldură conținută de agentul termic $Q_{ag}$	kWh	4197,85	
	%	98,89	
<b>Randamentul brut al instalației <math>\eta</math></b>		<b>98,89%</b>	
<b>Randamentul de utilizare a căldurii comb. <math>\eta_B</math></b>		<b>93,48%</b>	

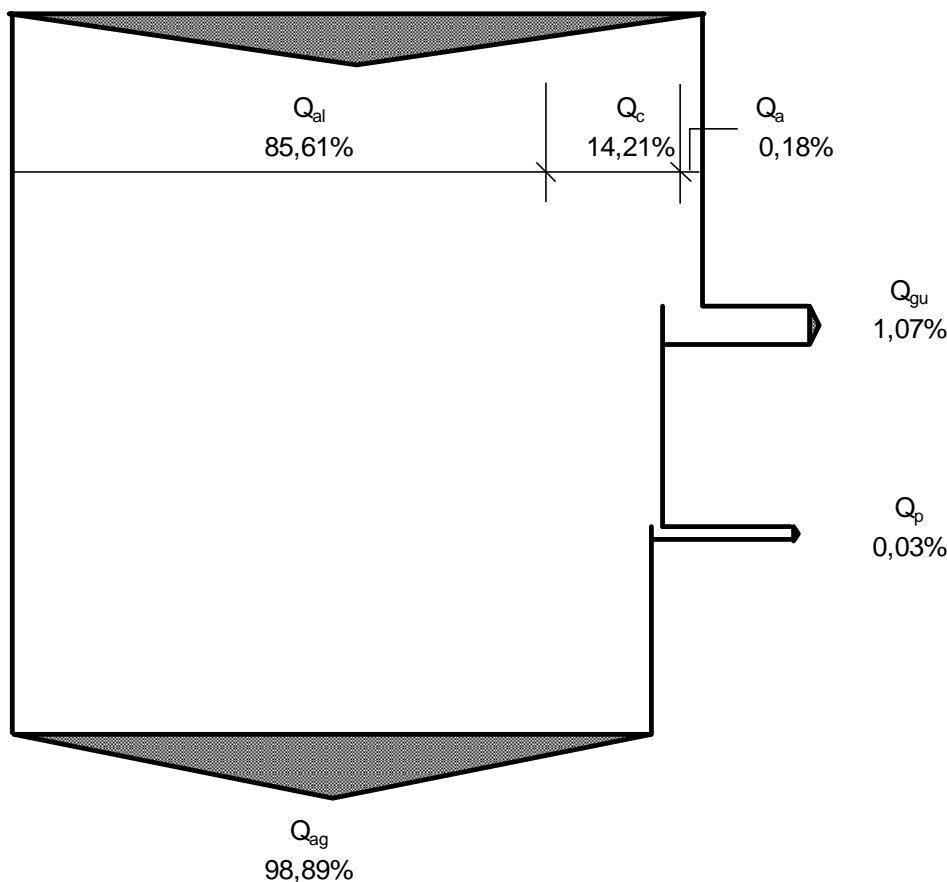


Fig. 6.8. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C2 – CT9

### 6.1.9. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul general al centralelor termice

Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul general al centralelor termice de cvartal se obține înmulțind componentele bilanțurilor real orare ale cazanelor cu duratele anuale efective de funcționare ale acestora, calculate pe baza consumurilor totale anuale de gaze naturale și a cantităților lunare de energie termică livrate la gardul centralei, conform datelor furnizate de operator. Bilanțul real anual pe conturul general al surselor de producere energie termică ale SACET Făgăraș se obține însumând bilanțurile reale anuale ale celor 8 centrale termice de cvartal.

Tab. 6.41. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 1

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	188.260,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>1.785,5</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>410,5</b>	<b>22,99</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	138,4	7,75
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	272,1	15,24
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>1.375,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>553,5</b>	<b>40,25</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	21,9	1,59
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	531,6	38,66
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>821,5</b>	<b>59,75</b>

**Tab. 6.42. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 2**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	261.713,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>2.482,1</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>482,5</b>	<b>19,44</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	183,9	7,41
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	298,6	12,03
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>1.999,6</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>909,5</b>	<b>45,49</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	25,2	1,26
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	884,3	44,23
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>1.090,0</b>	<b>54,51</b>

**Tab. 6.43. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 3**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	126.620,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>1.200,9</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>220,5</b>	<b>18,36</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	88,8	7,40
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	131,7	10,97
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>980,4</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>385,3</b>	<b>39,30</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	21,7	2,21
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	363,6	37,09
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>595,1</b>	<b>60,70</b>

**Tab. 6.44. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 4**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	108.615,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>1.030,2</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>284,9</b>	<b>27,65</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	77,9	7,56
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	206,9	20,09
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>745,4</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>342,5</b>	<b>45,95</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	5,9	0,79
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	336,6	45,16
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>402,9</b>	<b>54,05</b>

**Tab. 6.45. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 5**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	174.221,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>1.652,5</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>587,3</b>	<b>35,54</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	143,3	8,67
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	444,0	26,87
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>1.065,2</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>356,0</b>	<b>33,42</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	37,0	3,47
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	319,0	29,95
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>709,2</b>	<b>66,58</b>



**Tab. 6.46. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 7**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	481.409,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>4.565,4</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>612,5</b>	<b>13,42</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	402,4	8,81
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	210,1	4,60
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>3.952,9</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>729,8</b>	<b>18,46</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	6,2	0,16
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	723,5	18,30
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>3.223,1</b>	<b>81,54</b>

**Tab. 6.47. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 8**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	122.550,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>1.162,3</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>142,9</b>	<b>12,29</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	95,9	8,25
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	47,0	4,04
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>1.019,4</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>252,0</b>	<b>24,72</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	4,7	0,47
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	247,3	24,25
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>767,4</b>	<b>75,28</b>

**Tab. 6.48. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul CT 9**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	Nmc	281.498,0	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibilului</b>	<b>MWh</b>	<b>2.670,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>206,0</b>	<b>7,72</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	201,9	7,56
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	4,1	0,15
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>2.464,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>150,1</b>	<b>6,09</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	6,6	0,27
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	143,4	5,82
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>2.313,9</b>	<b>93,91</b>

**Tab. 6.49. Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul general al centralelor termice de cvartal**

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil (gaze naturale)	Nmc	1.744.886	
<b>Căldură rezultată din arderea combustibililor</b>	<b>MWh</b>	<b>16.548,99</b>	<b>100,0</b>
<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>2.947,19</b>	<b>17,81</b>
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	1.332,62	8,05
Alte pierderi de căldură în CT	MWh	1.614,56	9,76
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>13.601,80</b>	<b>82,19</b>
<b>Energie termică vândută la gardul CT</b>	<b>MWh</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>13.601,80</b>	<b>100,00</b>
<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>3.678,61</b>	<b>27,05</b>
Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	129,24	0,95
Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	3.549,37	26,09
<b>Energie termică livrată la consumatori</b>	<b>MWh</b>	<b>9.923,19</b>	<b>72,95</b>

## 6.2. Bilanțul real anual al rețelelor de distribuție energie termică

Datele înregistrate de operator, pentru cele 12 luni de funcționare din anul de referință ales (IUNIE 2023 – MAI 2024), privind cantitățile lunare de energie termică produse în centrale și livrate în rețelele de distribuție, precum și pierderile reale anuale înregistrate prin diferență, sunt prezentate în subcapitolele următoare.



Datele lunare prezentate în tabelele de bilanț sunt preluate din sistemul de contorizare internă al operatorului, respectiv înregistrările contorilor de energie termică de la gardul centralei (ieșire din CT-urile de cvartal), pe circuitele de încălzire și de furnizare ACC, precum și contorii de energie termică de branșament / la consumatori. De asemenea, consumurile de gaze naturale ale centralelor termice sunt preluate din facturile lunare ale furnizorului.

Datele de operare înregistrate la nivelul anului de referință, respectiv cantitățile de energie termică produsă în centralele termice de cvartal, livrate la gard în rețelele de distribuție, respectiv livrate la consumatori, inclusiv pierderile rezultate prin diferență, sunt prezentate în continuare.

Pierderile masice (prin scăpări de agent termic) s-au calculat pornind de la diferența de temperatură dintre agentul termic din returul rețelelor de încălzire (unde se face adaosul în rețea) și temperatura apei reci din rețeaua orașului (pentru care s-au utilizat valorile medii de  $t_{ar} = 10^{\circ}\text{C}$  în lunile *ianuarie – aprilie* și *noiembrie – decembrie*, respectiv  $t_{ar} = 15^{\circ}\text{C}$  pentru lunile din sezonul cald), pentru fiecare rețea termică în parte, utilizând formula de calcul de mai jos:

$$\Delta ET_m [MWh] = (1000 \times D_{ad} [mc] \times \Delta i [kcal/kg] / 860) / 1000$$

unde:

- $\Delta ET_m [MWh]$  – pierderile masice de energie termică, corespunzătoare cantităților de agent termic scăpate din rețea (prin neetanșeități, avarii etc.);
- $D_{ad}$  – debitul (cantitatea) de apă de adaos introdusă pentru completarea pierderilor masice, [mc];
- $\Delta i$  – diferența între entalpia agentului termic pe returul rețelei ( $i_{retur}$ ) și entalpia apei reci din rețea ( $i_{ar}$ ). Pentru temperaturi  $< 100^{\circ}\text{C}$ , entalpia apei [kcal/kg] este aproximativ egală cu temperatura, prin urmare:

$$\Delta i [kcal/kg] = i_{retur} - i_{ar} = t_{retur} [^{\circ}\text{C}] - t_{ar} [^{\circ}\text{C}]$$

- 860 – coeficient de transformare din [kcal] în [kWh]:  $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$ ;

**Tab. 6.50. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 1. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)		MWh	[%]	TOTAL din care:		Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)		MWh	%
						MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	42.431	402,7	64,0	319,8	79,40	110,0	34,41	107,8	33,71	2,2	0,70	209,7	65,59
Feb-24	29.913	283,7	99,0	226,7	79,94	93,6	41,30	90,2	39,77	3,5	1,52	133,1	58,70
Mar-24	27.693	262,6	144,0	204,7	77,94	93,8	45,85	88,8	43,40	5,0	2,45	110,8	54,15
Apr-24	13.228	125,4	138,0	62,8	50,05	30,3	48,26	25,5	40,59	4,8	7,67	32,5	51,74
May-24	4.457	42,3	129,0	23,3	55,02	12,5	53,72	13,7	58,75	-1,2	-5,03	10,8	46,28
Jun-23	1.962	18,6	0,0	9,5	51,16	4,4	45,82	4,4	45,82	0,0	0,00	5,1	54,18
Jul-23	1.620	15,4	0,0	7,1	45,99	2,3	32,89	2,3	32,89	0,0	0,00	4,7	67,11
Aug-23	1.655	15,7	0,0	6,2	39,58	1,9	29,86	1,9	29,86	0,0	0,00	4,3	70,14
Sep-23	1.867	17,7	0,0	5,9	33,38	1,0	16,44	1,0	16,44	0,0	0,00	4,9	83,56
Oct-23	7.280	69,0	66,0	56,3	81,56	31,3	55,52	29,0	51,43	2,3	4,09	25,0	44,48
Nov-23	21.901	207,8	65,0	188,8	90,87	81,6	43,22	79,3	42,01	2,3	1,20	107,2	56,78
Dec-23	34.253	324,8	84,0	264,0	81,29	90,8	34,40	87,9	33,29	2,9	1,11	173,2	65,60
<b>TOTAL</b>	<b>188.260</b>	<b>1.785,5</b>	<b>789,0</b>	<b>1.375,0</b>	<b>77,01</b>	<b>553,5</b>	<b>40,25</b>	<b>531,6</b>	<b>38,66</b>	<b>21,9</b>	<b>1,59</b>	<b>821,5</b>	<b>59,75</b>

**Tab. 6.51. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 2. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)		MWh	[%]	TOTAL din care:		Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)		MWh	%
						MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	54.319	515,6	43,0	429,1	83,22	151,4	35,28	149,9	34,93	1,5	0,35	277,7	64,72
Feb-24	36.316	344,4	81,0	277,9	80,70	111,2	40,02	108,4	39,00	2,8	1,02	166,7	59,98
Mar-24	33.496	317,6	151,0	237,2	74,69	105,0	44,24	99,7	42,02	5,3	2,22	132,3	55,76
Apr-24	17.353	164,6	66,0	107,0	65,00	64,6	60,38	62,3	58,23	2,3	2,15	42,4	39,62
May-24	5.999	56,9	71,0	25,6	44,97	10,0	39,23	10,7	41,74	-0,6	-2,52	15,5	60,77
Jun-23	4.861	46,0	0,0	23,8	51,65	7,3	30,62	7,3	30,62	0,0	0,00	16,5	69,38
Jul-23	4.618	43,8	0,0	33,0	75,44	19,2	58,15	19,2	58,15	0,0	0,00	13,8	41,85
Aug-23	4.418	41,8	0,0	30,0	71,75	15,8	52,82	15,8	52,82	0,0	0,00	14,2	47,18
Sep-23	4.823	45,7	0,0	40,0	87,59	26,3	65,64	26,3	65,64	0,0	0,00	13,7	34,36
Oct-23	15.032	142,6	63,0	130,0	91,19	85,0	65,35	82,8	63,66	2,2	1,69	45,0	34,65
Nov-23	33.634	319,1	190,0	291,9	91,49	158,5	54,30	151,9	52,03	6,6	2,27	133,4	45,70
Dec-23	46.844	444,2	146,0	374,1	84,23	155,3	41,51	150,2	40,15	5,1	1,36	218,8	58,49
<b>TOTAL</b>	<b>261.713</b>	<b>2.482,1</b>	<b>811,0</b>	<b>1.999,6</b>	<b>80,56</b>	<b>909,5</b>	<b>45,49</b>	<b>884,3</b>	<b>44,23</b>	<b>25,2</b>	<b>1,26</b>	<b>1.090,0</b>	<b>54,51</b>



**Tab. 6.52. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 3. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)		MWh	[%]	TOTAL din care:		Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)		MWh	%
						MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	29.316	278,3	95,0	226,7	81,49	69,5	30,64	66,2	29,18	3,3	1,46	157,3	69,36
Feb-24	19.629	186,1	104,0	152,3	81,84	53,7	35,28	50,1	32,89	3,6	2,38	98,6	64,72
Mar-24	16.668	158,0	184,0	114,0	72,10	40,4	35,42	33,9	29,78	6,4	5,63	73,6	64,58
Apr-24	8.252	78,3	130,0	67,4	86,18	36,6	54,27	32,1	47,55	4,5	6,72	30,8	45,73
May-24	1.464	13,9	10,0	8,6	61,95	5,2	60,35	5,3	61,40	-0,1	-1,05	3,4	39,65
Jun-23	1.363	12,9	0,0	7,6	58,92	3,2	41,50	3,2	41,50	0,0	0,00	4,4	58,50
Jul-23	1.222	11,6	0,0	10,1	87,09	3,4	34,07	3,4	34,07	0,0	0,00	6,7	65,93
Aug-23	1.155	10,9	0,0	5,4	49,40	1,5	28,06	1,5	28,06	0,0	0,00	3,9	71,94
Sep-23	1.365	12,9	0,0	7,0	54,16	3,7	52,63	3,7	52,63	0,0	0,00	3,3	47,37
Oct-23	5.530	52,4	15,0	42,9	81,81	23,4	54,46	22,8	53,24	0,5	1,22	19,5	45,54
Nov-23	16.185	153,5	43,0	141,8	92,36	70,2	49,52	68,7	48,46	1,5	1,06	71,6	50,48
Dec-23	24.471	232,0	54,0	196,5	84,71	74,6	37,95	72,7	37,00	1,9	0,96	121,9	62,05
<b>TOTAL</b>	<b>126.620</b>	<b>1.200,9</b>	<b>635,0</b>	<b>980,4</b>	<b>81,64</b>	<b>385,3</b>	<b>39,30</b>	<b>363,6</b>	<b>37,09</b>	<b>21,7</b>	<b>2,21</b>	<b>595,1</b>	<b>60,70</b>

**Tab. 6.53. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 4. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)		MWh	[%]	TOTAL din care:		Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)		MWh	%
						MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	26.039	247,2	21,0	176,7	71,51	63,7	36,05	63,0	35,63	0,7	0,41	113,0	63,95
Feb-24	18.614	176,5	25,0	129,0	73,08	58,5	45,38	57,7	44,70	0,9	0,68	70,5	54,62
Mar-24	17.140	162,5	33,0	117,0	71,99	58,9	50,31	57,7	49,32	1,2	0,98	58,1	49,69
Apr-24	7.117	67,5	30,0	38,4	56,85	19,6	51,11	18,6	48,39	1,0	2,73	18,8	48,89
May-24	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Jun-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Jul-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Aug-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Sep-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Oct-23	4.685	44,4	22,0	32,0	72,03	22,3	69,64	21,5	67,24	0,8	2,40	9,7	30,36
Nov-23	13.845	131,3	22,0	95,0	72,33	49,5	52,09	48,7	51,28	0,8	0,81	45,5	47,91
Dec-23	21.175	200,8	16,0	157,3	78,32	70,0	44,50	69,4	44,15	0,6	0,35	87,3	55,50
<b>TOTAL</b>	<b>108.615</b>	<b>1.030,2</b>	<b>169,0</b>	<b>745,4</b>	<b>72,35</b>	<b>342,5</b>	<b>45,95</b>	<b>336,6</b>	<b>45,16</b>	<b>5,9</b>	<b>0,79</b>	<b>402,9</b>	<b>54,05</b>

**Tab. 6.54. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 5. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	TOTAL din care:					Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)					
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)				MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	39.674	376,6	210,0	241,8	64,21	61,6	25,47	54,3	22,44	7,3	3,03	180,2	74,53
Feb-24	29.227	277,2	188,0	185,0	66,75	60,4	32,65	53,9	29,11	6,6	3,54	124,6	67,35
Mar-24	25.001	237,1	203,0	144,2	60,82	49,9	34,58	42,8	29,67	7,1	4,91	94,3	65,42
Apr-24	10.015	95,0	116,0	55,0	57,91	27,8	50,58	23,8	43,22	4,0	7,36	27,2	49,42
May-24	1.478	14,0	41,0	9,0	64,22	7,1	79,22	7,5	83,35	-0,4	-4,13	1,9	20,78
Jun-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Jul-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Aug-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Sep-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Oct-23	10.669	101,2	39,0	59,0	58,32	27,9	47,22	26,5	44,91	1,4	2,31	31,1	52,78
Nov-23	24.009	227,8	91,0	142,8	62,68	50,1	35,07	46,9	32,84	3,2	2,22	92,7	64,93
Dec-23	34.148	323,8	224,0	228,4	70,56	71,2	31,19	63,4	27,77	7,8	3,42	157,2	68,81
<b>TOTAL</b>	<b>174.221</b>	<b>1.652,5</b>	<b>1.112,0</b>	<b>1.065,2</b>	<b>64,46</b>	<b>356,0</b>	<b>33,42</b>	<b>319,0</b>	<b>29,95</b>	<b>37,0</b>	<b>3,47</b>	<b>709,2</b>	<b>66,58</b>

**Tab. 6.55. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 7. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	TOTAL din care:					Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)					
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)				MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	94.560	897,7	26,3	782,6	87,18	92,2	11,78	90,7	11,58	1,53	0,20	690,4	88,22
Feb-24	68.952	653,9	14,2	568,4	86,93	54,1	9,52	53,3	9,38	0,83	0,15	514,3	90,48
Mar-24	61.859	586,5	8,3	486,0	82,87	33,0	6,79	32,5	6,69	0,48	0,10	453,0	93,21
Apr-24	31.934	302,9	9,2	246,5	81,40	25,0	10,14	24,5	9,93	0,53	0,22	221,5	89,86
May-24	18.308	173,6	9,1	141,9	81,71	71,9	50,68	71,5	50,42	0,37	0,26	70,0	49,32
Jun-23	15.043	142,4	0,0	129,3	90,84	66,6	51,47	66,6	51,47	0,00	0,00	62,8	48,53
Jul-23	13.568	128,6	0,0	108,2	84,15	61,5	56,78	61,5	56,78	0,00	0,00	46,8	43,22
Aug-23	12.585	119,1	0,0	101,0	84,80	61,2	60,62	61,2	60,62	0,00	0,00	39,8	39,38
Sep-23	13.767	130,3	0,0	109,2	83,81	56,7	51,89	56,7	51,89	0,00	0,00	52,6	48,11
Oct-23	30.841	292,5	9,2	236,7	80,93	61,5	25,97	60,9	25,75	0,53	0,23	175,2	74,03
Nov-23	53.361	506,2	17,3	463,4	91,56	55,8	12,05	54,8	11,83	1,01	0,22	407,6	87,95
Dec-23	66.631	631,8	16,4	579,5	91,73	90,3	15,58	89,4	15,42	0,95	0,16	489,2	84,42
<b>TOTAL</b>	<b>481.409</b>	<b>4.565,4</b>	<b>110,0</b>	<b>3.952,9</b>	<b>86,58</b>	<b>729,8</b>	<b>18,46</b>	<b>723,5</b>	<b>18,30</b>	<b>6,24</b>	<b>0,16</b>	<b>3.223,1</b>	<b>81,54</b>

**Tab. 6.56. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 8. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)		MWh	[%]	TOTAL din care:		Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)		MWh	%
						MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	30.394	288,5	19,0	256,0	88,72	59,1	23,11	58,4	22,83	0,7	0,27	196,8	76,89
Feb-24	20.300	192,5	15,0	162,8	84,57	31,0	19,04	30,5	18,71	0,6	0,34	131,8	80,96
Mar-24	18.447	174,9	21,0	148,8	85,09	33,7	22,63	32,9	22,12	0,8	0,52	115,2	77,37
Apr-24	5.303	50,3	13,0	41,8	83,12	21,4	51,17	20,9	50,03	0,5	1,14	20,4	48,83
May-24	2.215	21,0	13,0	14,0	66,66	6,9	49,36	6,5	46,17	0,4	3,19	7,1	50,64
Jun-23	1.859	17,6	0,0	15,5	87,99	8,5	54,62	8,5	54,62	0,0	0,00	7,0	45,38
Jul-23	0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00
Aug-23	270	2,6	0,0	2,5	99,00	1,1	42,69	1,1	42,69	0,0	0,00	1,5	57,31
Sep-23	1.225	11,6	0,0	10,0	86,22	6,0	59,53	6,0	59,53	0,0	0,00	4,0	40,47
Oct-23	4.549	43,1	10,0	41,0	95,05	11,8	28,84	11,5	27,94	0,4	0,90	29,2	71,16
Nov-23	16.060	152,4	10,0	136,0	89,27	28,7	21,07	28,3	20,80	0,4	0,27	107,3	78,93
Dec-23	21.928	207,9	29,0	191,0	91,88	43,9	22,98	42,8	22,42	1,1	0,56	147,1	77,02
<b>TOTAL</b>	<b>122.550</b>	<b>1.162,3</b>	<b>130,0</b>	<b>1.019,4</b>	<b>87,71</b>	<b>252,0</b>	<b>24,72</b>	<b>247,3</b>	<b>24,25</b>	<b>4,7</b>	<b>0,47</b>	<b>767,4</b>	<b>75,28</b>

**Tab. 6.57. Date de operare înregistrate sub-conturul CT 9. Pierderi REALE lunare și anuale pe RD**

Luna/anul	Consum gaze naturale		Consum apă de adaos m <sup>3</sup>	En. termică produsă / livrată din CT (vândută)		Pierderi pe rețeaua de distribuție						Energie termică livrată / vândută consumatorilor	
	Nm <sup>3</sup>	MWh (PCI)		MWh	[%]	TOTAL din care:		Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)		MWh	%
						MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]		
Jan-24	61.859	587,2	39,0	522,0	88,90	10,8	2,07	9,4	1,81	1,4	0,26	511,2	97,93
Feb-24	41.372	392,3	18,0	381,0	97,11	12,8	3,36	12,2	3,20	0,6	0,17	368,2	96,64
Mar-24	39.566	375,2	20,0	350,0	93,29	10,0	2,86	9,3	2,66	0,7	0,20	340,0	97,14
Apr-24	22.140	210,0	17,0	195,0	92,87	14,4	7,38	13,8	7,08	0,6	0,31	180,6	92,62
May-24	9.721	92,2	22,0	82,0	88,96	9,6	11,76	9,1	11,04	0,6	0,72	72,4	88,24
Jun-23	3.002	28,4	0,0	27,0	95,04	4,5	16,67	4,5	16,67	0,0	0,00	22,5	83,33
Jul-23	2.550	24,2	0,0	22,0	91,02	3,7	16,82	3,7	16,82	0,0	0,00	18,3	83,18
Aug-23	2.308	21,8	0,0	19,0	86,98	2,9	15,26	2,9	15,26	0,0	0,00	16,1	84,74
Sep-23	2.855	27,0	0,0	24,0	88,78	3,4	14,04	3,4	14,04	0,0	0,00	20,6	85,96
Oct-23	14.837	140,7	40,0	124,0	88,14	14,5	11,70	13,1	10,57	1,4	1,14	109,5	88,30
Nov-23	31.169	295,7	10,0	271,2	91,73	19,7	7,25	19,3	7,12	0,4	0,13	251,6	92,75
Dec-23	50.119	475,4	28,0	446,8	93,97	43,8	9,80	42,8	9,58	1,0	0,22	403,0	90,20
<b>TOTAL</b>	<b>281.498</b>	<b>2.670,0</b>	<b>194,0</b>	<b>2.464,0</b>	<b>92,28</b>	<b>150,1</b>	<b>6,09</b>	<b>143,4</b>	<b>5,82</b>	<b>6,6</b>	<b>0,27</b>	<b>2.313,9</b>	<b>93,91</b>



**Tab. 6.58. Date de operare înregistrate pe conturul general al SACET Făgăraș. Pierderi REALE anuale**

Luna	Consum total de gaze naturale		Consum apă de adaos	ET livrată din CT-uri, din care				Pierderi pe rețelele de distribuție, din care:						ET livrată la consumatori din RD (vândută)	
				TOTAL	vândută la gard	Livrată în RD racordate		TOTAL, din care:		Pierderi termice (prin radiație și convecție)		Pierderi masice (prin scăpări de ag. termic)			
	Nmc	MWh (PCI)	mc	MWh	MWh	MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]	MWh	[%]
Jan-24	378.592	3.593,63	517	2.954,7	0,0	2.955	82,22	618,3	20,93	599,6	20,29	18,70	0,63	2.336,40	79,07
Feb-24	264.323	2.506,54	544	2.083,2	0,0	2.083	83,11	475,5	22,82	456,1	21,90	19,35	0,93	1.607,71	77,18
Mar-24	239.870	2.274,39	764	1.801,9	0,0	1.802	79,22	424,6	23,56	397,7	22,07	26,90	1,49	1.377,29	76,44
Apr-24	115.342	1.093,86	519	813,9	0,0	814	74,41	239,7	29,45	221,4	27,20	18,35	2,26	574,18	70,55
May-24	43.642	413,83	295	304,3	0,0	304	73,53	123,3	40,52	124,2	40,80	-0,87	-0,29	181,01	59,48
Jun-23	28.090	265,83	0	212,7	0,0	213	80,00	94,3	44,34	94,3	44,34	0,00	0,00	118,36	55,66
Jul-23	23.578	223,51	0	180,4	0,0	180	80,72	90,1	49,95	90,1	49,95	0,00	0,00	90,30	50,05
Aug-23	22.391	211,92	0	164,1	0,0	164	77,45	84,4	51,44	84,4	51,44	0,00	0,00	79,71	48,56
Sep-23	25.902	245,24	0	196,1	0,0	196	79,98	96,9	49,41	96,9	49,41	0,00	0,00	99,22	50,59
Oct-23	93.423	885,89	264	721,9	0,0	722	81,49	277,5	38,45	268,1	37,13	9,46	1,31	444,35	61,55
Nov-23	210.164	1.993,64	448	1.730,9	0,0	1.731	86,82	514,0	29,70	498,0	28,77	16,06	0,93	1.216,88	70,30
Dec-23	299.569	2.840,69	597	2.437,7	0,0	2.438	85,81	639,9	26,25	618,7	25,38	21,28	0,87	1.797,79	73,75
<b>Total</b>	<b>1.744.886</b>	<b>16.549,0</b>	<b>3.950,0</b>	<b>13.601,8</b>	<b>0,0</b>	<b>13.601,8</b>	<b>82,19</b>	<b>3.678,6</b>	<b>27,05</b>	<b>3.549,4</b>	<b>26,09</b>	<b>129,2</b>	<b>0,95</b>	<b>9.923,19</b>	<b>72,95</b>

### 6.3. Bilanțul real anual pe conturul general al sistemului de termoficare

Însumând bilanțurile reale anuale ale surselor de producere energie termică (CT cvartal) cu bilanțurile rețelelor de distribuție, prezentate anterior, se obține bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul general al SACET Făgăraș, prezentat în tabelul de mai jos (6.59) și diagrama Sankey din figura 6.9.

**Tab. 6.59. Bilanțul real anual pe conturul SACET Făgăraș**

Nr. crt.	Marimea	UM	Valoare	%
1.	Consum combustibil (gaze naturale)	Nmc	1.744.886	
2.	<b>Căldură rezultată din arderea combustibililor</b>	<b>MWh</b>	<b>16.548,99</b>	<b>100,0</b>
3.	<b>Pierderi de producere</b>	<b>MWh</b>	<b>2.947,19</b>	<b>17,81</b>
3.1	Pierderi de căldură cu gazele de ardere	MWh	1.332,62	8,05
3.2	Alte pierderi de căldură în CT	MWh	1.614,56	9,76
4.	<b>Energie termică livrată din CT, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>13.601,80</b>	<b>82,19</b>
5.	<b>Energie termică vândută la gardul CT</b>	<b>MWh</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
6.	<b>Energie termică livrată din CT în RD, din care:</b>	<b>MWh</b>	<b>13.601,80</b>	<b>100,00</b>
6.1	<b>Pierderi totale pe rețelele de distribuție</b>	<b>MWh</b>	<b>3.678,61</b>	<b>27,05</b>
6.1.1	Pierderi masice (prin scăpări de agent termic)	MWh	129,24	0,95
6.1.2	Pierderi termice (prin radiație și convecție)	MWh	3.549,37	26,09
6.2	<b>Energie termică livrată la consumatori racordați la RD</b>	<b>MWh</b>	<b>9.923,19</b>	<b>72,95</b>

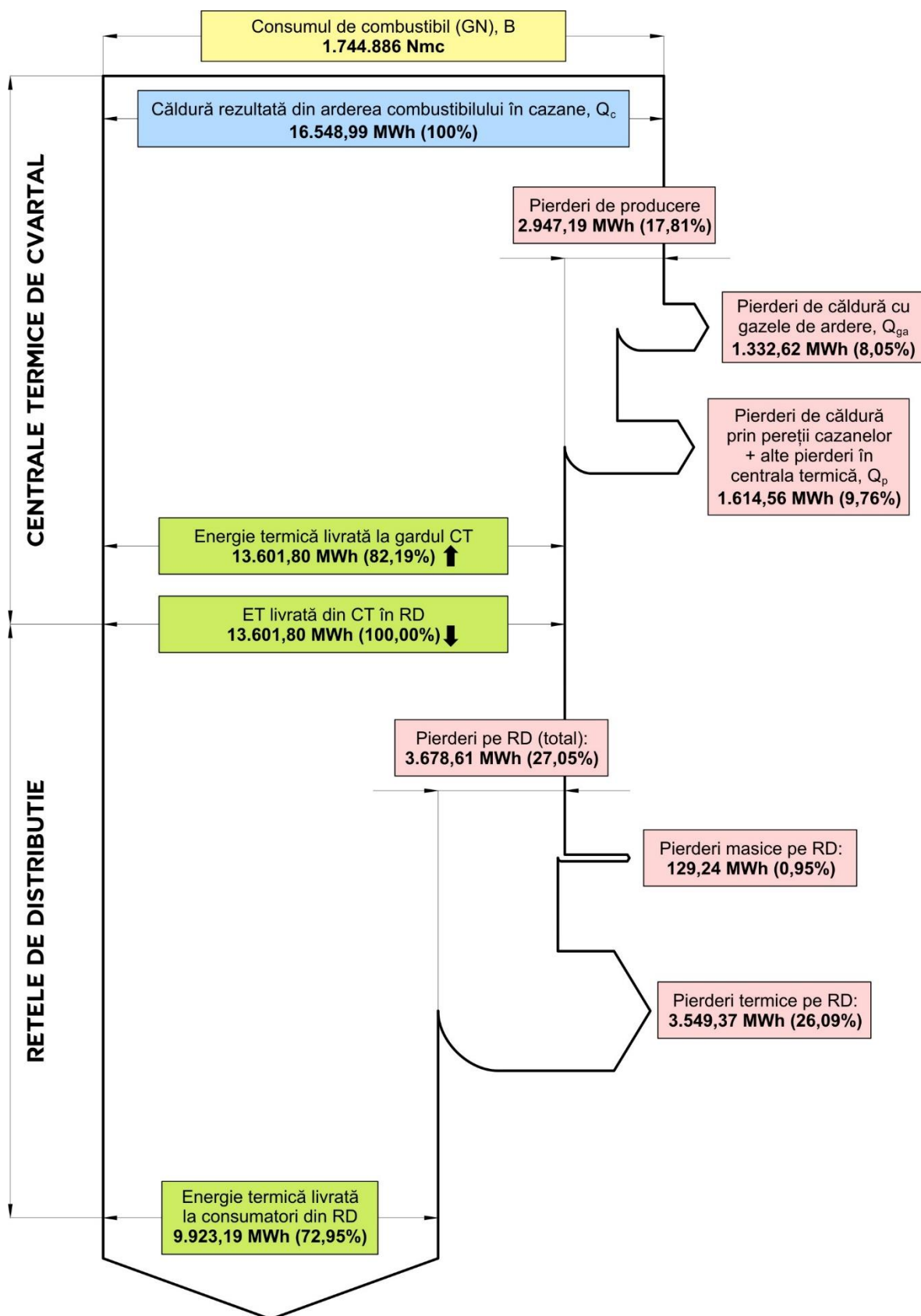


Fig. 6.9. Diagrama Sankey pentru bilanțul real anual al SACET Făgăraș



## 7. PIERDERILE TEHNOLOGICE PE REȚELELE DE DISTRIBUȚIE

Pierderile tehnologice în rețele de distribuție a energiei termice (RD) din cadrul SACET Făgăraș s-au determinat în următoarele condiții, așa cum sunt stabilite de prevederile lit. B art. IV din Anexa Nr.2 la *Procedura 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* aprobată prin Ordinul ANRE nr.113/2022:

**1. ipoteze de calcul:**

- (i) rețelele de transport și de distribuție au aceleași lungimi și configurații ca în situația reală;*
- (ii) cantitățile de energie termică livrate la consumatori sunt aceleași ca în situația reală (2022);*
- (iii) conductele, armăturile și izolațiile termice sunt în stare bună;*

**2.** metodele și formulele de calcul pentru pierderile tehnologice de energie termică prin radiație/convecție (transfer de căldură în mediul ambiant) 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, așa cum s-a prezentat în *Cap. 5. Ecuații de bilanț. Breviare de calcul;*

**3.** pierderea de temperatură este sub valoarea-limită de 0,5 K/km;

**4.** randamentul izolației termice este mai mare de 80%;

**5.** 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 pe rețele;

**6.** pierderea masică de agent termic, medie anuală orară, în condiții normale de funcționare, nu este mai mare de 0,2% din volumul instalației în funcțiune.

Pierderile tehnologice pe rețelele de distribuție s-au calculat în conformitate cu metodele și formulele de calcul din subcapitolul 5.2. *Breviar de calcul pentru instalațiile de conducte*, preluate și adaptate din literatura tehnică de specialitate referitoare la calculul pierderilor de căldură pentru conducte cu pereți cilindrici.

Pierderile tehnologice de energie termică prin scăpări de agent termic (pierderi masice/cu apa de adaos) din rețeaua de transport s-au calculat ca valoare medie orară anuală de 1,5‰ din volumul rețelei (sub valoarea maximă reglementată de 2‰), pe baza dimensiunilor geometrice ale acesteia, în funcție de diferența de temperatură  $\Delta T$  dintre temperatura agentului termic din rețea și temperatura apei preluate din rețeaua de apă rece (10°C iarna, respectiv 15°C vara).

Calculul pierderilor tehnologice de căldură a fost realizat pentru cele două regimuri diferite de funcționare (sezonul rece – regim de iarnă, respectiv sezonul cald – regim de vară). Pentru acestea au fost determinate valori medii anuale de calcul, corespunzătoare anului de referință al bilanțului (2023), pentru o serie de parametri de calcul, pentru fiecare sistem analizat în parte.

Pentru calculul pierderilor tehnologice au fost centralizate tronsoanele aferente rețelelor de distribuție aflate în exploatare, respectiv dimensiunile tipo-constructive ale acestora. De asemenea, s-au determinat valorile medii ale parametrilor care intervin în ecuațiile de calcul, după caz, valori prezentate sintetic pentru fiecare rețea de distribuție în parte.

## 7.1. CT 1 - Tudor Vladimirescu

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	59,1
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	40,0
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	54,6
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	52,0
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C]	
→ polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C]	
→ conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durată sezon de încălzire - IARNA [ore]	4572
Durată sezon cald - VARA [ore]	4212
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș  
<sup>(2)</sup> maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE

### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.

Tab. 7.1. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 1

PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ																								
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
40	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,84	22,0	0,10	238,1	0,028	0,000	1,4	0,13	0,01	
50	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,25	67,8	0,10	838,7	0,133	0,000	6,5	0,61	0,03	
65	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,13	110,6	0,10	1596,6	0,367	0,000	18,0	1,68	0,10	
80	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	14,95	30,1	0,10	494,6	0,151	0,000	7,4	0,69	0,04	
100	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,31	132,5	0,10	2523,0	1,040	0,001	51,1	4,76	0,27	
125	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,45	151,6	0,10	2743,0	1,860	0,002	91,4	8,50	0,49	
150	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	18,67	386,3	0,10	7933,3	6,823	0,007	335,3	31,20	1,78	
200	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	17,16	218,8	0,10	4130,2	6,871	0,007	337,7	31,42	1,80	
Total																1119,7			20497,6	17,3	0,0173	848,9	78,97	4,51
Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
40	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,37	22,0	0,10	154,2	0,028	0,0000	0,8	0,13	0,00	
50	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,29	67,8	0,10	543,0	0,133	0,0001	4,0	0,61	0,02	
65	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,50	110,6	0,10	1033,7	0,367	0,0004	11,0	1,68	0,06	
80	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,68	30,1	0,10	320,2	0,151	0,0002	4,5	0,69	0,02	
100	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,20	132,5	0,10	1633,5	1,040	0,0010	31,2	4,76	0,17	
125	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	10,65	151,6	0,10	1775,9	1,860	0,0019	55,8	8,50	0,30	
150	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	12,09	386,3	0,10	5136,3	6,823	0,0068	204,7	31,20	1,09	
200	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	11,11	218,8	0,10	2674,0	6,871	0,0069	206,1	31,42	1,10	
Total																1119,7			13271,0	17,3	0,0173	518,2	78,97	2,75
Conducte ACC preizolate subterane																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
32	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	7,96	35,6	0,1	311,6	0,029	0,0000	1,3	0,13	0,01	
40	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,01	64,8	0,1	642,2	0,081	0,0001	3,6	0,37	0,02	
50	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	10,31	37,2	0,1	421,2	0,073	0,0001	3,3	0,33	0,02	
65	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	12,02	51,4	0,1	679,4	0,170	0,0002	7,6	0,78	0,04	
Total																188,9			2054,4	0,353	0,0004	15,7	1,62	0,08



**Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA**

CT	1	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	93,71	4,51
Conducte încălzire - RETUR		MWh	60,67	2,75
Total rețele de încălzire		MWh	154,39	7,27
Conducte ACC		MWh	9,39	0,08
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	9,39	0,08
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>171,13</b>	<b>163,78</b>	<b>7,35</b>

**Tab. 7.2. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 1**

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE VARĂ**

**Conducte ACC preizolate subterane**

Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	h	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	q	L	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
32	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	5,36	35,6	0,1	209,7	0,029	0,000	1,1	0,12	0,00
40	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,06	64,8	0,1	432,2	0,081	0,000	3,0	0,34	0,01
50	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	6,94	37,2	0,1	283,5	0,073	0,000	2,7	0,31	0,01
65	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,09	51,4	0,1	457,3	0,170	0,000	6,3	0,72	0,03
T total																188,9		1382,7	0,4	0,0004	13,1	1,49	0,06

**Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA**

CT	1	UM	Termice	Masice
Conducte ACC		MWh	5,82	0,06
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	5,82	0,06
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>5,88</b>	<b>5,82</b>	<b>0,06</b>

**Tab. 7.3. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 1**

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>177,01</b>	<b>169,61</b>	<b>7,41</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	161,66	154,39	7,27
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	15,36	15,22	0,14

## 7.2. CT 2 - 13 Decembrie

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	59,1
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	40,0
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	54,6
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	52,0
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C]	
→ polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C]	
→ conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durață sezon de încălzire - IARNA [ore]	4708
Durață sezon cald - VARA [ore]	4076
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> **valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș**

<sup>(2)</sup> **maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE**

### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.

Tab. 7.4. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 2

PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ																							
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
40	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,84	199,5	0,10	2158,0	0,251	0,000	12,3	1,18	0,07
50	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,25	188,6	0,10	2335,0	0,370	0,000	18,2	1,74	0,10
65	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,13	239,2	0,10	3453,6	0,793	0,001	39,0	3,73	0,21
80	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	14,95	125,8	0,10	2068,0	0,632	0,001	31,1	2,98	0,17
100	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,31	362,1	0,10	6892,0	2,842	0,003	139,7	13,38	0,76
125	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,45	127,5	0,10	2305,9	1,563	0,002	76,8	7,36	0,42
150	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	18,67	258,6	0,10	5311,1	4,568	0,005	224,5	21,51	1,23
200	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	17,16	325,3	0,10	6139,1	10,213	0,010	501,9	48,09	2,75
250	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2580	0,3880	0,393	0,0001	2,406	0,004	0,278	20,19	325,9	0,10	7238,5	15,991	0,016	785,8	75,29	4,30
Total																2152,4		37901,3	37,2	0,0372	1829,3	175,25	10,01
Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
40	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,37	199,5	0,10	1397,1	0,251	0,000	7,5	1,18	0,04
50	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,29	188,6	0,10	1511,8	0,370	0,000	11,1	1,74	0,06
65	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,50	239,2	0,10	2236,0	0,793	0,001	23,8	3,73	0,13
80	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,68	125,8	0,10	1338,9	0,632	0,001	19,0	2,98	0,10
100	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,20	362,1	0,10	4462,2	2,842	0,003	85,3	13,38	0,47
125	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	10,65	127,5	0,10	1492,9	1,563	0,002	46,9	7,36	0,26
150	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	12,09	258,6	0,10	3438,6	4,568	0,005	137,0	21,51	0,75
200	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	11,11	325,3	0,10	3974,7	10,213	0,010	306,4	48,09	1,68
250	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2580	0,3880	0,393	0,0001	2,406	0,004	0,278	13,07	325,9	0,10	4686,5	15,991	0,016	479,7	75,29	2,63
Total																2152,4		24538,8	37,2	0,0372	1116,7	175,25	6,11
Conducte ACC preizolate subterane																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	7,02	277,2	0,1	2141,7	0,136	0,000	6,1	0,64	0,03
32	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	7,96	26,3	0,1	230,3	0,021	0,000	0,9	0,10	0,01
40	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,01	101,9	0,1	1009,4	0,128	0,000	5,7	0,60	0,03
65	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	12,02	88,6	0,1	1171,6	0,294	0,000	13,1	1,38	0,07
80	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	13,69	103,1	0,1	1552,3	0,518	0,001	23,1	2,44	0,13
100	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	15,85	154,8	0,1	2698,2	1,215	0,001	54,2	5,72	0,30
125	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	15,06	220,9	0,1	3659,3	2,709	0,003	120,7	12,75	0,66
Total																972,6		12462,8	5,021	0,0050	223,8	23,64	1,23



**Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA**

CT	2	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	178,44	10,01
Conducte încălzire - RETUR		MWh	115,53	6,11
Total rețele de încălzire		MWh	293,97	16,13
Conducte ACC		MWh	58,67	1,23
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	58,67	1,23
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>370,00</b>	<b>352,64</b>	<b>17,35</b>

**Tab. 7.5. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 2**

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE VARĂ**

**Conducte ACC preizolate subterane**

Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)				
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	4,73	277,2	0,1	1441,4	0,136	0,000	5,0	0,55	0,02
32	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	5,36	26,3	0,1	155,0	0,021	0,000	0,8	0,09	0,00
40	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,06	101,9	0,1	679,3	0,128	0,000	4,7	0,52	0,02
65	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,09	88,6	0,1	788,5	0,294	0,000	10,9	1,20	0,04
80	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,21	103,1	0,1	1044,7	0,518	0,001	19,2	2,11	0,08
100	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	10,67	154,8	0,1	1815,9	1,215	0,001	45,0	4,95	0,18
125	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	10,14	220,9	0,1	2462,8	2,709	0,003	100,2	11,04	0,41
Total																972,6		8387,6	5,0	0,0050	185,8	20,46	0,76

**Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA**

CT	2	UM	Termice	Masice
Conducte ACC		MWh	34,19	0,76
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	34,19	0,76
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>34,95</b>	<b>34,19</b>	<b>0,76</b>

**Tab. 7.6. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 2**

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>404,94</b>	<b>386,83</b>	<b>18,11</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	310,10	293,97	16,13
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	94,85	92,86	1,98

### 7.3. CT 3 - Vasile Alecsandri

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	59,1
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	40,0
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	54,6
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	52,0
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C]	
→ polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C]	
→ conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durață sezon de încălzire - IARNA [ore]	4509
Durață sezon cald - VARA [ore]	4275
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> **valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș**

<sup>(2)</sup> **maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE**

#### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.

Tab. 7.7. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 3

PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ																							
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
50	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,25	110,2	0,10	1363,6	0,216	0,000	10,6	0,97	0,06
65	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,13	51,3	0,10	740,7	0,170	0,000	8,4	0,77	0,04
80	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	14,95	73,2	0,10	1203,9	0,368	0,000	18,1	1,66	0,09
100	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,31	57,8	0,10	1100,5	0,454	0,000	22,3	2,05	0,12
125	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,45	108,9	0,10	1969,9	1,335	0,001	65,6	6,02	0,34
150	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	18,67	133,9	0,10	2750,5	2,366	0,002	116,3	10,67	0,61
200	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	17,16	342,0	0,10	6455,6	10,740	0,011	527,8	48,43	2,77
Total																877,4		15584,8	15,6	0,0156	769,0	70,56	4,03
Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
50	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,29	110,2	0,10	882,8	0,216	0,000	6,5	0,97	0,03
65	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,50	51,3	0,10	479,6	0,170	0,000	5,1	0,77	0,03
80	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,68	73,2	0,10	779,4	0,368	0,000	11,0	1,66	0,06
100	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,20	57,8	0,10	712,5	0,454	0,000	13,6	2,05	0,07
125	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	10,65	108,9	0,10	1275,4	1,335	0,001	40,1	6,02	0,21
150	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	12,09	133,9	0,10	1780,8	2,366	0,002	71,0	10,67	0,37
200	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	11,11	342,0	0,10	4179,6	10,740	0,011	322,2	48,43	1,69
Total																877,4		10090,2	15,6	0,0156	469,5	70,56	2,46
Conducte ACC preizolate subterane																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
40	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,01	32,5	0,1	321,5	0,041	0,000	1,8	0,18	0,01
65	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	12,02	29,9	0,1	395,8	0,099	0,000	4,4	0,45	0,02
80	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	13,69	92,1	0,1	1386,5	0,463	0,000	20,6	2,09	0,11
100	54,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	15,85	2,0	0,1	34,9	0,016	0,000	0,7	0,07	0,00
Total																156,5		2138,7	0,618	0,0006	27,6	2,79	0,14



**Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA**

CT	3	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	70,27	4,03
Conducte încălzire - RETUR		MWh	45,50	2,46
Total rețele de încălzire		MWh	115,77	6,49
Conducte ACC		MWh	9,64	0,14
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	9,64	0,14
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>132,05</b>	<b>125,41</b>	<b>6,64</b>

**Tab. 7.8. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 3**

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE VARĂ**

**Conducte ACC preizolate subterane**

Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)

Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)							
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_n$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_n$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum	Pierderi orare		Pierderi pe sezon				
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]			
40	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,06	32,5	0,1	216,4	0,041	0,000	1,5	0,17	0,01			
65	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,09	29,9	0,1	266,4	0,099	0,000	3,7	0,42	0,02			
80	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,21	92,1	0,1	933,1	0,463	0,000	17,1	1,98	0,07			
100	52,00	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	10,67	2,0	0,1	23,5	0,016	0,000	0,6	0,07	0,00			
T total																			156,5		1439,4	0,6	0,0006	22,9	2,64	0,10

**Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA**

CT	3	UM	Termice	Masice
Conducte ACC		MWh	6,15	0,10
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	6,15	0,10
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>6,25</b>	<b>6,15</b>	<b>0,10</b>

**Tab. 7.9. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 3**

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>138,30</b>	<b>131,56</b>	<b>6,74</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	122,26	115,77	6,49
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	16,04	15,80	0,24

## 7.4. CT 4 - Zona Gării

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	59,1
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	40,0
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	0,0
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	0,0
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C] → polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C] → conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durață sezon de încălzire - IARNA [ore]	4448
Durață sezon cald - VARA [ore]	4336
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> **valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș**

<sup>(2)</sup> **maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE**

### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.

Tab. 7.10. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 4

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ**

Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																	Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
40	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,84	26,5	0,10	287,2	0,033	0,000	1,6	0,15	0,01
50	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,25	86,7	0,10	1073,7	0,170	0,000	8,4	0,76	0,04
65	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,13	96,4	0,10	1391,5	0,320	0,000	15,7	1,42	0,08
80	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	14,95	149,9	0,10	2465,3	0,753	0,001	37,0	3,35	0,19
100	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,31	189,5	0,10	3607,3	1,488	0,001	73,1	6,62	0,38
125	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,45	95,9	0,10	1735,4	1,177	0,001	57,8	5,23	0,30
150	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	18,67	131,1	0,10	2692,6	2,316	0,002	113,8	10,30	0,59
200	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	17,16	429,7	0,10	8110,5	13,493	0,013	663,1	60,02	3,43
250	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2580	0,3880	0,393	0,0001	2,406	0,004	0,278	20,19	251,0	0,10	5574,8	12,316	0,012	605,2	54,78	3,13
Total																1456,9		26938,4	32,1	0,0321	1575,8	142,63	8,15

Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																	Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
40	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,37	26,5	0,10	185,9	0,033	0,000	1,0	0,15	0,01
50	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,29	86,7	0,10	695,1	0,170	0,000	5,1	0,76	0,03
65	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,50	96,4	0,10	900,9	0,320	0,000	9,6	1,42	0,05
80	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,68	149,9	0,10	1596,1	0,753	0,001	22,6	3,35	0,12
100	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,20	189,5	0,10	2335,5	1,488	0,001	44,6	6,62	0,23
125	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	10,65	95,9	0,10	1123,6	1,177	0,001	35,3	5,23	0,18
150	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	12,09	131,1	0,10	1743,3	2,316	0,002	69,5	10,30	0,36
200	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	11,11	429,7	0,10	5251,1	13,493	0,013	404,8	60,02	2,09
250	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2580	0,3880	0,393	0,0001	2,406	0,004	0,278	13,07	251,0	0,10	3609,4	12,316	0,012	369,5	54,78	1,91
Total																1456,9		17441,0	32,1	0,0321	962,0	142,63	4,98

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA

CT	4	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	119,82	8,15
Conducte încălzire - RETUR		MWh	77,58	4,98
Total rețele de încălzire		MWh	197,40	13,13
Conducte ACC		MWh	0,00	0,00
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	0,00	0,00
<b>TOTAL, din care:</b>			<b>210,52</b>	<b>13,13</b>



**Tab. 7.11. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 4**

Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA

CT	4	UM	Termice	Masice
	Conducte ACC	MWh	0,00	0,00
	Conducte Recirculare ACC	MWh	0,00	0,00
	Total rețele ACC/Recirc.ACC	MWh	0,00	0,00
	<b>TOTAL, din care:</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

**Tab. 7.12. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 4**

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>210,52</b>	<b>197,40</b>	<b>13,13</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	210,52	197,40	13,13
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	0,00	0,00	0,00

## 7.5. CT 5 – Centru II

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	59,1
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	40,0
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	0,0
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	0,0
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C] → polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C] → conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durață sezon de încălzire - IARNA [ore]	4576
Durață sezon cald - VARA [ore]	4208
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> **valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș**

<sup>(2)</sup> **maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE**

### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.

Tab. 7.13. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 5

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ**

Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																	Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)							
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
50	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,25	50,1	0,10	619,6	0,098	0,0001	4,8	0,45	0,03	
65	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,13	144,6	0,10	2087,5	0,479	0,0005	23,6	2,19	0,13	
80	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	14,95	226,9	0,10	3729,8	1,140	0,0011	56,0	5,22	0,30	
100	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,31	320,5	0,10	6101,3	2,516	0,0025	123,6	11,51	0,66	
125	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,45	207,7	0,10	3757,1	2,547	0,0025	125,2	11,66	0,67	
150	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	18,67	279,6	0,10	5742,2	4,939	0,0049	242,7	22,60	1,29	
200	59,1	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	17,16	324,2	0,10	6118,4	10,179	0,0102	500,2	46,58	2,66	
Total																1553,4			28155,8	21,90	0,0219	1076,1	100,21	5,73

Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																	Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)							
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
50	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,29	50,1	0,10	401,2	0,098	0,0001	2,9	0,45	0,02	
65	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,50	144,6	0,10	1351,5	0,479	0,0005	14,4	2,19	0,08	
80	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,68	226,9	0,10	2414,8	1,140	0,0011	34,2	5,22	0,18	
100	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,20	320,5	0,10	3950,2	2,516	0,0025	75,5	11,51	0,40	
125	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	10,65	207,7	0,10	2432,5	2,547	0,0025	76,4	11,66	0,41	
150	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	12,09	279,6	0,10	3717,7	4,939	0,0049	148,2	22,60	0,79	
200	40	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	11,11	324,2	0,10	3961,3	10,179	0,0102	305,4	46,58	1,62	
Total																1553,4			18229,2	21,90	0,0219	656,9	100,21	3,50

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA

CT	5	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	128,84	5,73
Conducte încălzire - RETUR		MWh	83,42	3,50
Total rețele de încălzire		MWh	212,26	9,22
Conducte ACC		MWh	0,00	0,00
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	0,00	0,00
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>221,48</b>	<b>212,26</b>	<b>9,22</b>



**Tab. 7.14. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 5**

Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA

CT	5	UM	Termice	Masice
	Conducte ACC	MWh	0,00	0,00
	Conducte Recirculare ACC	MWh	0,00	0,00
	Total rețele ACC/Recirc.ACC	MWh	0,00	0,00
	<b>TOTAL, din care:</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

**Tab. 7.15. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 5**

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>221,48</b>	<b>212,26</b>	<b>9,22</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	221,48	212,26	9,22
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	0,00	0,00	0,00

## 7.6. CT 7 - Câmpului

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	80,0
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	60,0
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	70,0
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	50,0
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C]	
→ polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C]	
→ conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durață sezon de încălzire - IARNA [ore]	5088
Durață sezon cald - VARA [ore]	3696
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> **valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș**

<sup>(2)</sup> **maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE**

### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.

Tab. 7.16. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 7

PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ																							
Conducte preizolate subterane - TUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	10,62	33,2	0,10	387,5	0,016	0,0000	0,23	0,02	0,00
32	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	12,03	36,2	0,10	479,1	0,029	0,0000	0,41	0,03	0,00
40	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	13,61	173,6	0,10	2599,6	0,218	0,0000	3,05	0,22	0,02
50	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	15,58	76,7	0,10	1313,9	0,151	0,0000	2,11	0,15	0,01
65	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	18,17	97,3	0,10	1944,6	0,323	0,0001	4,52	0,33	0,03
80	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	20,69	293,8	0,10	6686,8	1,476	0,0003	20,67	1,50	0,12
100	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	23,95	173,6	0,10	4574,1	1,363	0,0003	19,08	1,39	0,11
125	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	22,77	300,8	0,10	7532,1	3,689	0,0007	51,65	3,75	0,31
150	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	25,84	370,1	0,10	10518,3	6,536	0,0013	91,50	6,65	0,54
200	80,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	23,75	521,2	0,10	13615,6	16,365	0,0033	229,12	16,65	1,36
T total																2076,4		49651,7	30,2	0,0060	422,33	30,70	2,50

Conducte preizolate subterane - RETUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	7,79	33,2	0,10	284,4	0,016	0,0000	0,16	0,02	0,00
32	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	8,83	36,2	0,10	351,6	0,029	0,0000	0,29	0,03	0,00
40	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,99	173,6	0,10	1907,8	0,218	0,0000	2,18	0,22	0,01
50	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,43	76,7	0,10	964,3	0,151	0,0000	1,51	0,15	0,01
65	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,33	97,3	0,10	1427,1	0,323	0,0001	3,23	0,33	0,02
80	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	15,18	293,8	0,10	4907,3	1,476	0,0003	14,76	1,50	0,09
100	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,58	173,6	0,10	3356,8	1,363	0,0003	13,63	1,39	0,08
125	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,71	300,8	0,10	5527,6	3,689	0,0007	36,89	3,75	0,22
150	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	18,96	370,1	0,10	7719,2	6,536	0,0013	65,36	6,65	0,39
200	60,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	17,43	521,2	0,10	9992,2	16,365	0,0033	163,65	16,65	0,97
T total																2076,4		36438,4	30,2	0,0060	301,66	30,70	1,78

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA

CT	7	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	252,63	2,50
Conducte încălzire - RETUR		MWh	185,40	1,78
Total rețele de încălzire		MWh	438,03	4,28
Conducte ACC		MWh	0,00	0,00
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	0,00	0,00
TOTAL, din care:		442,31	438,03	4,28

Tab. 7.17. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 7

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE VARĂ**

Conducte preizolate subterane - TUR																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare	Pierderi pe sezon			
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m·KW]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	7,27	33,2	0,1	265,4	0,016	0,0000	0,18	0,01	0,00	
32	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	8,24	36,2	0,1	328,1	0,029	0,0000	0,32	0,02	0,00	
40	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,32	173,6	0,1	1780,2	0,218	0,0000	2,40	0,16	0,01	
50	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	10,67	76,7	0,1	899,8	0,151	0,0000	1,66	0,11	0,01	
65	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	12,44	97,3	0,1	1331,7	0,323	0,0001	3,55	0,24	0,01	
80	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	14,17	293,8	0,1	4579,2	1,476	0,0003	16,24	1,09	0,06	
100	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	16,40	173,6	0,1	3132,4	1,363	0,0003	14,99	1,01	0,06	
125	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	15,59	300,8	0,1	5158,0	3,689	0,0007	40,58	2,73	0,15	
150	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	17,70	370,1	0,1	7203,0	6,536	0,0013	71,90	4,83	0,27	
200	70,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	16,26	521,2	0,1	9324,0	16,365	0,0033	180,02	12,10	0,67	
Total																2076,4		34001,8	30,2	0,0060	331,83	22,30	1,23	

Conducte preizolate subterane - RETUR																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare	Pierderi pe sezon			
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m·KW]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	4,45	33,2	0,1	162,2	0,016	0,0000	0,11	0,01	0,00	
32	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	5,04	36,2	0,1	200,6	0,029	0,0000	0,20	0,02	0,00	
40	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	5,70	173,6	0,1	1088,4	0,218	0,0000	1,53	0,16	0,01	
50	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	6,52	76,7	0,1	550,1	0,151	0,0000	1,05	0,11	0,00	
65	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	7,61	97,3	0,1	814,2	0,323	0,0001	2,26	0,24	0,01	
80	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	8,66	293,8	0,1	2799,7	1,476	0,0003	10,33	1,09	0,04	
100	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	10,03	173,6	0,1	1915,1	1,363	0,0003	9,54	1,01	0,04	
125	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	9,53	300,8	0,1	3153,6	3,689	0,0007	25,82	2,73	0,10	
150	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	10,82	370,1	0,1	4403,9	6,536	0,0013	45,75	4,83	0,17	
200	50,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,2080	0,3380	0,342	0,0001	2,863	0,004	0,297	9,94	521,2	0,1	5700,6	16,365	0,0033	114,56	12,10	0,42	
Total																2076,4		20788,4	30,2	0,0060	211,16	22,30	0,78	

Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA

CT	7	UM	Termice	Masice
Conducte TUR		MWh	125,67	1,23
Conducte RETUR		MWh	76,83	0,78
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	202,50	2,01
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>204,51</b>	<b>202,50</b>	<b>2,01</b>

Tab. 7.18. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 7

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>646,82</b>	<b>640,53</b>	<b>6,29</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	442,31	438,03	4,28
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	204,51	202,50	2,01



## 7.7. CT 8 - Sere

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	60,3
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	41,6
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	56,0
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	44,5
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C]	
→ polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C]	
→ conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durață sezon de încălzire - IARNA [ore]	4546
Durață sezon cald - VARA [ore]	4238
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> **valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș**

<sup>(2)</sup> **maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE**

### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.

Tab. 7.19. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 8

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ**

Conducte preizolate subterane - TUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																	Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	7,83	47,2	0,05	388,2	0,023	0,000	1,2	0,11	0,01
40	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	10,04	22,8	0,05	240,4	0,029	0,000	1,4	0,13	0,01
50	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,49	47,0	0,05	566,5	0,092	0,000	4,6	0,42	0,02
65	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,40	201,9	0,05	2841,4	0,670	0,001	33,7	3,04	0,18
80	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	15,26	61,4	0,05	983,9	0,308	0,000	15,5	1,40	0,08
100	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,67	82,4	0,05	1528,8	0,647	0,001	32,5	2,94	0,17
125	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,79	88,0	0,05	1551,8	1,079	0,001	54,3	4,91	0,29
150	60,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	19,06	315,5	0,05	6314,7	5,573	0,006	280,2	25,33	1,48
Total																866,2		14415,6	8,4	0,0084	423,4	38,28	2,24

Conducte preizolate subterane - RETUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																	Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	5,19	47,2	0,05	257,1	0,023	0,000	0,7	0,11	0,00
40	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,65	22,8	0,05	159,3	0,029	0,000	0,9	0,13	0,00
50	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,61	47,0	0,05	375,3	0,092	0,000	2,9	0,42	0,02
65	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,88	201,9	0,05	1882,2	0,670	0,001	21,1	3,04	0,11
80	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	10,11	61,4	0,05	651,8	0,308	0,000	9,7	1,40	0,05
100	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,71	82,4	0,05	1012,7	0,647	0,001	20,4	2,94	0,11
125	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	11,13	88,0	0,05	1028,0	1,079	0,001	34,1	4,91	0,18
150	41,6	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	12,63	315,5	0,05	4183,1	5,573	0,006	175,9	25,33	0,93
Total																866,2		9549,5	8,4	0,0084	265,9	38,28	1,41

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA

CT	8	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	65,53	2,24
Conducte încălzire - RETUR		MWh	43,41	1,41
Total rețele de încălzire		MWh	108,95	3,64
Conducte ACC		MWh	0,00	0,00
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	0,00	0,00
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>112,59</b>	<b>108,95</b>	<b>3,64</b>

Tab. 7.20. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 8

PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE VARĂ																								
Conducte preizolate subterane - TUR																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
25	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	5,29	47,2	0,1	262,3	0,023	0,000	0,9	0,10	0,00	
40	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,79	22,8	0,1	162,5	0,029	0,000	1,2	0,12	0,00	
50	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,76	47,0	0,1	382,9	0,092	0,000	3,8	0,39	0,02	
65	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	9,06	201,9	0,1	1920,2	0,670	0,001	27,5	2,84	0,12	
80	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	10,31	61,4	0,1	664,9	0,308	0,000	12,6	1,31	0,05	
100	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,94	82,4	0,1	1033,2	0,647	0,001	26,5	2,74	0,11	
125	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	11,35	88,0	0,1	1048,7	1,079	0,001	44,3	4,57	0,19	
150	56,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	12,88	315,5	0,1	4267,4	5,573	0,006	228,5	23,62	0,97	
Total																866,2			9742,0	8,4	0,0084	345,3	35,69	1,46

Conducte preizolate subterane - RETUR																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																			Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
25	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	3,67	47,2	0,1	181,8	0,023	0,000	0,7	0,10	0,00	
40	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	4,70	22,8	0,1	112,6	0,029	0,000	0,8	0,12	0,00	
50	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	5,38	47,0	0,1	265,3	0,092	0,000	2,7	0,39	0,01	
65	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	6,28	201,9	0,1	1330,8	0,670	0,001	19,8	2,84	0,08	
80	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	7,15	61,4	0,1	460,8	0,308	0,000	9,1	1,31	0,04	
100	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	8,28	82,4	0,1	716,0	0,647	0,001	19,1	2,74	0,08	
125	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	7,87	88,0	0,1	726,8	1,079	0,001	31,8	4,57	0,13	
150	44,5	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1580	0,2440	0,248	0,0002	2,563	0,006	0,339	8,93	315,5	0,1	2957,5	5,573	0,006	164,4	23,62	0,70	
Total																866,2			6751,7	8,4	0,0084	248,4	35,69	1,05

Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA

CT	8	UM	Termice	Masice
Conducte TUR		MWh	41,29	1,46
Conducte RETUR		MWh	28,61	1,05
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	69,90	2,52
TOTAL, din care:			72,42	69,90
				2,52

Tab. 7.21. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 8

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>185,01</b>	<b>178,85</b>	<b>6,16</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	112,59	108,95	3,64
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	72,42	69,90	2,52

## 7.8. CT 9 - Spital

<b>Date de intrare pentru calcul pierderi tehnologice</b>	<b>Valori</b>
Temperatură exterioară de calcul IARNA [°C]	4,85
Temperatură exterioară de calcul VARA [°C]	18,53
Temperatură agent termic TUR - IARNA [°C]	59,0
Temperatură agent termic RETUR - IARNA [°C]	40,3
Temperatură agent termic TUR - VARA [°C]	58,0
Temperatură agent termic RETUR - VARA [°C]	38,0
$\lambda_p$ - conductivitate termică perete conductă (oțel) [W/m·°C]	43,2
$\lambda_{sp}$ - conductivitate termică strat protector conductă (manta de protecție) [W/m·°C]	
→ polietilenă (la conductele preizolate subterane):	0,43
$\lambda_{iz}$ - conductivitatea termică a materialului izolator al conductei [W/m·°C]	
→ conducte preizolate [W/m·°C]	0,027
$\lambda_{sol}$ - conductivitatea termică a solului [W/m·°C]	1,2 <sup>(1)</sup>
Adâncimea de pozare a conductei în teren - h [m]	0,8
Coef. care ține cont de pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate $\beta$	0,10
Durață sezon de încălzire - IARNA [ore]	4546
Durață sezon cald - VARA [ore]	4238
Pierderi cu apa de adaos	0,1% <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> **valoare medie pentru soluri argiloiluviale / negre și brune argiloase (0,7 ... 1,7), specifice zonei Făgăraș**

<sup>(2)</sup> **maxim 0,2% din volumul rețelei, conform reglementărilor ANRE**

### Note:

Temperaturile medii exterioare au fost calculate pe baza datelor istorice furnizate de meteoblue.com pentru municipiul Făgăraș, pentru perioada de referință a lucrării de bilanț (IUNIE 2023 – MAI 2024), conform precizărilor de la Capitolul 3.

Pentru izolația termică a conductelor preizolate (poliuretan rigid) s-a utilizat un coeficient de conductivitate termică de 0,027 W/m·K.

Pe baza caracteristicilor tipo-constructive ale rețelelor s-au calculat pierderile tehnologice pe rețeaua de distribuție, prezentate sub formă tabelară mai jos.



Tab. 7.22. Pierderi tehnologice în regim de IARNĂ pe rețeaua de distribuție – CT 9

**PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE IARNĂ**

Conducte preizolate subterane - TUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	7,65	15,0	0,10	126,2	0,007	0,000	0,4	0,03	0,00
32	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	8,67	24,5	0,10	233,6	0,020	0,000	1,0	0,09	0,01
40	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	9,81	60,7	0,10	655,0	0,076	0,000	3,7	0,35	0,02
50	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	11,22	65,7	0,10	811,1	0,129	0,000	6,3	0,59	0,03
65	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	13,09	66,5	0,10	957,7	0,221	0,000	10,8	1,00	0,06
80	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	14,91	83,7	0,10	1372,5	0,421	0,000	20,6	1,91	0,11
100	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	17,26	83,7	0,10	1589,1	0,657	0,001	32,2	2,99	0,17
125	59,0	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	16,40	171,5	0,10	3094,7	2,104	0,002	103,1	9,56	0,54
Total																571,3		8840,0	3,6	0,0036	178,1	16,52	0,94

Conducte preizolate subterane - RETUR																							
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)					
$d_{int}$	$t_a$	$t_0$	$\lambda_p$	$\lambda_{iz}$	$\lambda_{sp}$	$\lambda_{sol}$	$h$	$d_c$	$d_{iz}$	$d_{sp}$	$R_p$	$R_{iz}$	$R_{sp}$	$R_{sol}$	$q$	$L$	$\beta$	$\Delta Q$	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]
25	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	5,01	15,0	0,10	82,6	0,007	0,000	0,2	0,03	0,00
32	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	5,67	24,5	0,10	152,9	0,020	0,000	0,6	0,09	0,00
40	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	6,42	60,7	0,10	428,7	0,076	0,000	2,3	0,35	0,01
50	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	7,34	65,7	0,10	530,8	0,129	0,000	3,9	0,59	0,02
65	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	8,57	66,5	0,10	626,7	0,221	0,000	6,7	1,00	0,04
80	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	9,76	83,7	0,10	898,2	0,421	0,000	12,7	1,91	0,07
100	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	11,30	83,7	0,10	1040,0	0,657	0,001	19,9	2,99	0,11
125	40,3	4,85	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	10,74	171,5	0,10	2025,3	2,104	0,002	63,7	9,56	0,34
Total																571,3		5785,1	3,6	0,0036	110,1	16,52	0,58

**Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA**

CT	9	UM	Termice	Masice
Conducte încălzire - TUR		MWh	40,19	0,94
Conducte încălzire - RETUR		MWh	26,30	0,58
Total rețele de încălzire		MWh	66,49	1,52
Conducte ACC		MWh	28,32	0,23
Conducte Recirculare ACC		MWh	0,00	0,00
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	28,32	0,23
<b>TOTAL, din care:</b>		<b>96,56</b>	<b>94,81</b>	<b>1,75</b>

Tab. 7.23. Pierderi tehnologice în regim de VARĂ pe rețeaua de distribuție – CT 9

PIERDERI TEHNOLOGICE ÎN REGIM DE VARĂ																								
Conducte preizolate subterane - TUR																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
25	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	5,58	15,0	0,1	92,0	0,007	0,000	0,3	0,03	0,00	
32	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	6,32	24,5	0,1	170,2	0,020	0,000	0,8	0,08	0,00	
40	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	7,15	60,7	0,1	477,4	0,076	0,000	3,3	0,32	0,01	
50	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	8,18	65,7	0,1	591,1	0,129	0,000	5,5	0,55	0,02	
65	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	9,54	66,5	0,1	697,9	0,221	0,000	9,5	0,93	0,04	
80	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	10,86	83,7	0,1	1000,3	0,421	0,000	18,1	1,78	0,08	
100	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	12,58	83,7	0,1	1158,1	0,657	0,001	28,3	2,78	0,12	
125	58,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	11,96	171,5	0,1	2255,4	2,104	0,002	90,5	8,91	0,38	
Total																	571,3		6442,4	3,6	0,0036	156,3	15,40	0,66
Conducte preizolate subterane - RETUR																								
Pierderi tehnologice prin transmisie (pierderi termice prin transfer de căldură către mediul ambiant)																		Pierderi tehnologice masice (apă de adaos)						
d <sub>int</sub>	t <sub>a</sub>	t <sub>0</sub>	λ <sub>p</sub>	λ <sub>iz</sub>	λ <sub>sp</sub>	λ <sub>sol</sub>	h	d <sub>c</sub>	d <sub>iz</sub>	d <sub>sp</sub>	R <sub>p</sub>	R <sub>iz</sub>	R <sub>sp</sub>	R <sub>sol</sub>	q	L	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare		Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·K]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m·K/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[mc]	[mc]	[kcal]	[mc]	[MWh]	
25	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0310	0,0950	0,098	0,0008	6,605	0,010	0,463	2,75	15,0	0,1	45,4	0,007	0,000	0,2	0,03	0,00	
32	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0384	0,1024	0,105	0,0007	5,785	0,009	0,454	3,12	24,5	0,1	84,0	0,020	0,000	0,5	0,08	0,00	
40	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0470	0,1110	0,114	0,0006	5,068	0,008	0,443	3,53	60,7	0,1	235,4	0,076	0,000	1,8	0,32	0,01	
50	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0580	0,1220	0,125	0,0005	4,385	0,009	0,430	4,03	65,7	0,1	291,6	0,129	0,000	3,0	0,55	0,01	
65	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0730	0,1370	0,140	0,0004	3,713	0,008	0,415	4,71	66,5	0,1	344,2	0,221	0,000	5,1	0,93	0,02	
80	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,0880	0,1520	0,155	0,0004	3,223	0,007	0,402	5,36	83,7	0,1	493,4	0,421	0,000	9,7	1,78	0,04	
100	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1080	0,1720	0,176	0,0003	2,745	0,007	0,385	6,20	83,7	0,1	571,2	0,657	0,001	15,1	2,78	0,06	
125	38,0	18,53	43,2	0,027	0,430	1,2	0,8	0,1330	0,2190	0,223	0,0002	2,941	0,006	0,354	5,90	171,5	0,1	1112,4	2,104	0,002	48,4	8,91	0,21	
Total																	571,3		3177,6	3,6	0,0036	83,6	15,40	0,35

Pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție - regim de VARA

CT	9	UM	Termice	Masice
Conducte TUR		MWh	27,30	0,66
Conducte RETUR		MWh	13,47	0,35
Total rețele ACC/Recirc.ACC		MWh	40,77	1,02
TOTAL, din care:		41,79	40,77	1,02

Tab. 7.24. Pierderi tehnologice anuale pe rețeaua de distribuție – CT 9

Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție [MWh]	Total	Termice	Masice
<b>Total, din care:</b>	<b>138,35</b>	<b>135,58</b>	<b>2,77</b>
Pierderi pe rețelele secundare de Încălzire	68,01	66,49	1,52
Pierderi pe rețelele secundare de ACC	70,34	69,09	1,25

### 7.9. Pierderile tehnologice totale anuale pe rețelele de distribuție

Pierderile tehnologice calculate pentru rețelele termice din componența SACET Făgăraș, pentru anul de referință, sunt prezentate centralizat în tabelul de mai jos (tab. 7.25).

**Tab. 7.25. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele termice ale SACET Făgăraș (MWh)**

REȚELE DE DISTRIBUȚIE	Total, din care:	Termice	Masice
CT 1 – Tudor Vladimirescu	<b>177,01</b>	169,61	7,41
CT 2 – 13 Decembrie	<b>404,94</b>	386,83	18,11
CT 3 – Vasile Alecsandri	<b>138,30</b>	131,56	6,74
CT 4 – Zona Gării	<b>210,52</b>	197,40	13,13
CT 5 – Centru II	<b>221,48</b>	212,26	9,22
CT 7 – Câmpului	<b>646,82</b>	640,53	6,29
CT 8 – Sere	<b>185,01</b>	178,85	6,16
CT 9 – Spital	<b>138,35</b>	135,58	2,77
<b>TOTAL Pierderi tehnologice pe RD [MWh]</b>	<b>2.122,43</b>	<b>2.052,61</b>	<b>69,82</b>

### 7.10. Sinteza pierderilor reale și tehnologice

În tabelul 7.26 se prezintă tabelul sintetic al bilanțurilor REAL și TEHNOLOGIC, pentru întregul sistem centralizat de alimentare cu energie termică al Municipiului Făgăraș, operat de SPAET Făgăraș.

**Tab. 7.26. Tabelul sintetic al bilanțului REAL și TEHNOLOGIC pe conturul SACET Făgăraș**

Parametru	UM	Determinare	Bilant termoeenergetic REAL	Bilant termoeenergetic TEHNOLOGIC
<b>4 Producere: CT de cvartal - SACET Făgăraș</b>				
Energie primară intrată în centrale (cu combustibilul)	MWh/an	(23)=(25)+(27)+(29)	16.548,99	14.655,63
	%	(24)=100%	100,00	100,00
Pierderi de producere (inclusiv transformare ag. termic primar-secundar)	MWh/an	(25) - bilant/Tab.6.49/pag.88; Tab.6.59/pag.95	2.947,19	2.610,00
	%	(26)=(25)/(23)*100	17,81	17,81
din care pierderi cu gazele de ardere la coș	MWh/an	(25.1) - bilant/Tab.6.49/pag.88; Tab.6.59/pag.95	1.332,62	1.180,16
	%	(26.1)=(25.1)/(23)*100	8,05	8,05
Energie termică vândută la consumatori de la gardul centralei	MWh/an	(27) - bilant/Tab.6.58/pag.94; Tab.6.59/pag.95	0,00	0,00
	%	(28)=(27)/(23)*100	0,00	0,00
Energie termică livrată în rețele	MWh/an	(29) - bilant/Tab.6.58/pag.94; Tab.6.59/pag.95	13.601,80	12.045,63
	%	(30)=(29)/(23)*100	82,19	82,19
<b>5 Distribuție rețele: CT de cvartal - SACET Făgăraș</b>				
Energie intrată	MWh/an	(31)=(33)+(35)	13.601,80	12.045,63
	%	(32)=100%	100,00	100,00
Pierderi în rețele	MWh/an	(33) - bilant/Tab.6.58/pag.94; Tab.6.59/pag.95	3.678,61	2.122,43
	%	(34)=(33)/(31)*100	27,05	17,62
din care pierderi prin radiație/convecție	MWh/an	(33.1) - bilant/Tab.6.58/pag.94; Tab.6.59/pag.95	3.549,37	2.052,61
	%	(34.1)=(33.1)/(31)*100	26,09	17,04
Energie termică vândută la consumatori din rețele	MWh/an	(35) - bilant/Tab.6.58/pag.94; Tab.6.59/pag.95	9.923,19	9.923,19
	%	(36)=(35)/(31)*100	72,95	82,38



## 8. ANALIZA BILANȚULUI REAL. CONCLUZII ȘI OBSERVAȚII

Pornind de la rezultatele obținute în urma întocmirii bilanțurilor termoenergetice reale, prezentate în capitolele anterioare, se pot formula o serie de observații și concluzii privind regimul de funcționare al echipamentelor și instalațiilor din contur, și pot fi identificate soluții și măsuri de îmbunătățire a eficienței energetice și de reducere a pierderilor de energie identificate.

### 8.1. Analiza bilanțului real al surselor de producere energie termică (CTC)

Spre deosebire de multe sisteme centralizate din România, sistemul de producere a energiei termice din cadrul SACET Făgăraș este unul relativ nou, modern, alcătuit din echipamente cu eficiență energetică ridicată și performanțe superioare. Cazanele de apă caldă din echiparea centralelor termice sunt prevăzute cu economizor pentru recuperarea căldurii din gazele de ardere evacuate la coș, pentru preîncălzirea apei de alimentare a cazanului (retur cazan). Acest lucru se poate observa și din valorile temperaturii gazelor de ardere la coș, măsurate de auditor, care are valori foarte mici (în general, <math><100^{\circ}\text{C}</math>), ceea ce conduce la valori reduse ale pierderilor de căldură cu gazele de ardere și la randamente foarte bune ale cazanelor. Analizele gazelor de ardere efectuate cu analizorul de gaze portabil a evidențiat valori medii ale eficienței arderii combustibilului de cca **95,7 ... 97,4%**!

De asemenea, schimbătoarele de căldură (pentru încălzire + preparare ACC), precum și armăturile din instalațiile centralelor termice sunt izolate termic, valorile pierderilor de căldură prin radiație și convecție în interiorul centralelor fiind astfel minime.

Din punct de vedere al consumurilor de energie electrică, cei mai importanți consumatori sunt motoarele de acționare electrică a pompelor de pe circuitul cazanului, respectiv al pompelor de rețea de pe circuitele de agent termic pentru încălzire și apă caldă de consum. Acestea sunt comandate prin convertizoare de frecvență, asigurând astfel un consum eficient de energie, reglat corespunzător în funcție de sarcina termică solicitată de consumatori.

Măsurile de eficiență energetică care pot fi aplicate în cadrul centralelor termice de cvartal sunt măsuri de tip organizatoric și presupun acțiuni curente de verificare și întreținere, fără investiții semnificative, cum ar fi:

- verificarea periodică a temperaturii gazelor evacuate la coș și curățarea suprafețelor de schimb de căldură a cazanelor (curățare chimică), atunci când se constată temperaturi mai ridicate ale gazelor de ardere evacuate la coș, față de valorile indicate de producător. În urma efectuării măsurătorilor în teren, toate cazanele aveau temperaturi ale gazelor de ardere evacuate la coș sub  $100^{\circ}\text{C}$ ;
- Pierderile de căldură cu gazele de ardere au valori ceva mai mari în cazul cazanului nr.2 din CT 7, unde coeficientul de exces de aer "λ" măsurat are valori de cca 48...50% (1,48 ... 1,50), față de 15 ... 20% (1,15 ... 1,20), care sunt valori recomandate în literatura de specialitate pentru arderea gazului metan în cazanele energetice.
- Pierderile de căldură prin pereții cazanelor, determinate pe baza inspecției termografice realizate cu camera de termoviziune, au în general valori reduse, sub 0,2% din căldura combustibilului, cazanele fiind izolate termic corespunzător. Nu se impun măsuri în acest caz.

## 8.2. Analiza pierderilor reale și tehnologice pe rețelele de distribuție (RD)

Așa cum s-a precizat anterior, pierderile tehnologice oferă informații importante referitoare la performanța actuală a rețelei de distribuție a energiei termice. Se poate observa că valorile calculate sunt mult mai mici decât cele ale pierderilor reale determinate în cadrul bilanțului termooenergetic real, și anume:

- Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție: **3.678,61 MWh (27,05%)**;
- Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție: **2.122,43 MWh (17,62%)**.

Acest aspect poate avea mai degrabă explicații de ordin operațional și de exploatare, decât cauze tehnice, rețelele de distribuție fiind executate integral din tronsoane de conducte preizolate.

În general, eficiența sistemelor de termoficare, sau de alimentare centralizată cu energie termică, depinde fundamental de o serie de factori esențiali, și anume:

- **Gradul de uzură al echipamentelor și instalațiilor din componența sistemului**

Un rol determinant pentru nivelul pierderilor în sistemele de transport și distribuție energie termică îl au vechimea rețelelor/sistemelor și gradul de uzură fizică și morală (de deteriorare / degradare a performanțelor energetice), mai ales la nivelul izolației termice a conductelor vechi. În cazul SACET Făgăraș, sistemul este relativ nou, fiind supus unui proces amplu de modernizare în perioada 1998 - 2003. Chiar și așa, vechimea de aproape 25 de ani poate influența starea generală și performanța sistemului, valorile actuale ale acestora fiind clar inferioare celor de la data punerii în funcțiune.

- **Dimensiunile sistemului (dimensiunile rețelelor de transport și distribuție)**

Sistemele de termoficare de dimensiuni mari vor înregistra, în mod firesc, pierderi de energie termică corespunzătoare. Practic, cu cât o rețea de transport sau de distribuție energie termică este mai mare (atât ca lungime, cât și ca secțiuni), cu atât vor fi mai mari și pierderile de căldură înregistrate de rețeaua respectivă aflată în exploatare. Prin urmare, este foarte important ca traseele rețelelor termice, de la sursa de producere a energiei la consumatorii finali, să fie optim stabilite și dimensionate, în sensul reducerii lungimii și, implicit, a pierderilor.

- **Sarcina termică a consumatorilor racordați**

Un sistem de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) de dimensiuni constante va fi cu atât mai eficient cu cât sarcina termică solicitată de consumatorii racordați la acest sistem va fi mai mare.

Pierderile de energie înregistrate în exploatare pe întregul SACET, exprimate în valori absolute, în condiții similare de funcționare/operare, vor fi cvasi-independente de sarcina consumatorilor racordați. Cu alte cuvinte, cu cât sarcina consumatorilor scade (în condițiile în care dimensiunile rețelei rămân aproximativ aceleași), cu atât eficiența sistemului se va reduce, prin creșterea ponderii (valoarea procentuală) pierderilor reale în raport cu sarcina consumatorilor, până la limita de rentabilitate a sistemului sau a sub-sistemului respectiv.

În cazul SACET Făgăraș, sarcina termică a consumatorilor racordați a scăzut dramatic față de cea inițială (de la data punerii în funcțiune a sistemului modernizat), așa cum se poate observa cu ușurință în figurile 2.3 – 2.10 (cap. 2.2.1) și 2.28 – 2.34 (cap. 2.2.2).

Pentru reducerea pierderilor înregistrate de operator pe rețelele de distribuție, se pot recomanda următoarele măsuri:

- monitorizarea atentă a contorilor de energie termică (ieșire din CT-uri / la gardul CT) și înlocuirea acestora, dacă se constată în continuare diferențe mari față de indicațiile contorilor de gaze naturale;
- citirea valorilor lunare de producție și consum simultan (și corelarea cu cantitățile de combustibil consumat), respectiv corelarea tuturor valorilor măsurate lunar (ieșirea din CT-uri, respectiv contorii de energie termică de la consumatorii racordați);
- urmărirea lunară a bilanțurilor energiei termice, identificarea situațiilor neconforme și corectarea modului de citire a contorilor existenți (citirea simultană sau la intervale cât mai scurte de timp a tuturor contorilor existenți la intrarea și ieșire în/din rețeaua de distribuție);
- verificarea metrologică a contorilor de energie termică existenți și înlocuirea contorilor la care se constată neconformități sau valori lipsite de coerență în contextul bilanțului energiei termice;
- evaluarea stării generale a conductelor și identificarea eventualelor probleme la nivelul izolației termice a acestora, sau a eventualilor consumatorilor necontorizați, întrucât s-au constatat diferențe mari între valorile pierderilor reale și a celor tehnologice, în special în cazul CT 1, CT 2 și CT 3 (diferențe de peste 50...60%).