



ROMÂNIA
JUDEȚUL BRAȘOV
CONSILIUL LOCAL FĂGĂRAȘ

Strada Republicii, Nr. 3, 505200 Tel: 0040368 402 949 Fax: 0040368 402 805
Web: www.primaria-fagaras.ro, Email: secretariat@primaria-fagaras.ro



HOTĂRÂREA NR.323
din data de 17 decembrie 2024

-privind aprobarea documentației cu titlul ” Bilant Termoenergetic al Sistemului de alimentare centralizata cu energie termica (SACET) din Municipiul Fagaras”

CONSILIUL LOCAL AL MUNICIPIULUI FĂGĂRAȘ, întrunit în ședință ordinară,

Analizând Referatul de aprobare al Primarului Municipiului Fagaras nr. 64074/11.12.2024, Raportul Serviciului de Utilitati Publice nr. 64074/1/11.12.2024 se supune spre analiză, verificare și aprobare documentația cu titlul ” Bilant Termoenergetic al Sistemului de alimentare centralizata cu energie termica (SACET) din Municipiul Fagaras,

Văzând avizul favorabil al Comisiei de studii, prognoze economico-sociale, buget finanțe și administrarea domeniului public și privat al municipiului, Comisiei de organizare și dezvoltare urbanistică, realizarea lucrărilor publice, protecția mediului înconjurător, conservarea monumentelor istorice și de arhitectură, al Comisiei pentru servicii publice, pentru comerț și agricultură, al Comisiei pentru activități științifice, învățământ, culte, sănătate, cultură, sportive și de agrement, al Comisiei pentru administrația publică locală, juridică, apărarea ordinii publice, respectarea drepturilor și libertăților cetățenești, al Comisiei de turism, relații externe și integrare europeană, precum și al Comisiei pentru protecție socială, drepturile minorităților și integrare socială,

Având în vedere HCL nr. 213/26.08.2019 privind aprobarea Strategiei de Termoficare în Municipiul Făgăraș, HCL nr. 258/2019 privind aprobarea înființării Serviciului Public de Alimentare cu Energie Termică în Sistem Centralizat în Municipiul Făgăraș pentru activitățile de producere de transport, distribuție și furnizare a energiei termice , aprobarea Studiului de oportunitate , aprobarea Caietului de sarcini și a Regulamentului Serviciului Public de Alimentare cu Energie Termică în Sistem Centralizat în Municipiul Făgăraș pentru activitățile de producere de transport, distribuție și furnizare a energiei termice , precum și a formei de gestiune, HCL nr. 54 /26.02.2020 privind darea în administrare a serviciului public de alimentare cu energie termică în sistem centralizat, inclusiv infrastructura tehnico-edilitară specifică aferentă sistemului de alimentare cu energie termică al Municipiul Făgăraș către Serviciul Public de Alimentare cu Energie Termică în Sistem Centralizat în Municipiul Făgăraș, Avizul ANRSC nr. 29/27.07.2022 privind avizarea prețurilor locale pentru producerea și distribuția energiei termice, aprobat prin HCL nr 284/31.08.2022,

Ținând cont de Adresa ANRE nr. 158719/02.12.2024, înregistrată la SPAET cu nr. 1763/27.11.2024 cu avizul ANRE 30/26.11.2024, Procesul-verbal de avizare nr.1286/04.09.2024 al SPAET Făgăraș a documentației ” Bilant Termoenergetic al Sistemului de alimentare centralizata cu energie termica (SACET) din Municipiul Fagaras”, Adresa SPAET nr. 1823/10.12.2024 și înregistrată la Municipiul Făgăraș cu nr. 64007/11.12.2024 prin care comunică documentația, procesul verbal de avizare nr. 1286/04.09.2024, Fisa sintetică privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice aprobate prin avizul nr.30/26.11.2024 și Documentatia privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmită pe baza bilantului termoenergetic în sistemul

de alimentare centralizata cu energie termica S.A.C.E.T. Fagaras pentru perioada Iunie 2023 - Mai 2024 inclusiv,

Potrivit prevederilor art. 5 lit.d) și w), art.129 alin.2, lit.b) și d), alin 7 lit. n), art.287 lit. b), art. 580 alin.4 și 5, art. 581 alin.2, art. 582, din Ordonanța de Urgență nr.57/2019 privind Codul administrative; art. 38 alin.1 lit.f), art. 40 din Legea 325/2006 a serviciului public de alimentare cu energie termic; OG nr. 36/2006 privind unele măsuri pentru funcționarea sistemelor centralizate de alimentare cu energie termică a populației, cu modificările și completările ulterioare; art. 6 alin.8 din Ordinul ANRE nr. 66/2007 privind aprobarea Metodologiei de stabilire, ajustare sau modificare a prețurilor și tarifelor locale pentru serviciile publice de alimentare cu energie termică produsă centralizat, exclusiv energia termică produsă în cogenerare; Legea 121/2014 privind eficiența energetică, modificată și completată.

Luând in considerare art. 129 alin.2, lit.b) și d), alin. (4), lit. e) și alin. (7) lit. n) din Ordonanța de Urgență nr.57/2019 privind Codul administrative,

In temeiul art. 139 alin. (3), lit.h si ale art. 196 alin.1 lit.a) din OUG nr.57/2019 privind Codul administrativ, cu modificările și completările ulterioare,

HOTĂRĂȘTE:

Art.1. – Se aprobă documentația cu titlul ” Bilant Termoenergetic al Sistemului de alimentare centralizata cu energie termica (SACET) din Municipiul Fagaras” elaborată Total Energy Solutions S.R.L. Iasi pentru SPAET Făgăraș, conform Anexei nr.1 parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art.2. - Se aprobă valorile pierderilor reale de energie termică și valorile pierderilor tehnologice de energie termică ale sistemului de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) din Municipiul Făgăraș, conform Anexei nr.2 parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art.3. - Serviciul Public de Alimentare cu Energie Termică în Sistem Centralizat în Municipiul Făgăraș va aplica măsurile de creștere a eficienței energetice din proiectul ”Bilant Termoenergetic al Sistemului de alimentare centralizata cu energie termica (SACET) din Municipiul Fagaras.

Art.4. - Cu ducerea la îndeplinire a prevederilor prezentei hotărâri, se încredințează Primarul Municipiului Fagaras, prin Serviciul Public de Alimentare cu Energie Termică în Sistem Centralizat în Municipiul Făgăraș.

Art.5. - Prezenta hotarare se aduce la cunostință publică, respectiv se comunică Primarului Municipiului Făgăraș, celor nominalizați cu aducerea la îndeplinire și se comunică Instituției Prefectului în vederea exercitării controlului cu privire la legalitate.

PREȘEDINTE DE ȘEDINȚĂ,
ALDEA ANDRA-MARIA



CONTRASEMNEAZĂ,
Ptr.SECRETAR GENERAL,
Jr.LAVINIA MARIAN

Hotărârea s-a adoptat cu **15 voturi pentru și 2 abțineri.**

Consilieri în funcție - 18

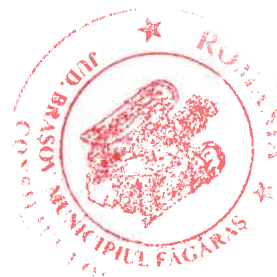
Consilieri prezenți -17

Prezenta hotărâre se comunică:

- 1ex. Dosar de ședință
- 1ex. Colecție
- 1ex. Prefectură
- 1ex. Primar
- 1ex. Secretar general
- 1ex. Afișare
- 1ex. Direcția Buget - Finante
- 1ex. Serviciul de Utilitate Publică
- 1ex. Serviciul Public de Alimentare cu Energie Termică în Sistem Centralizat în

Municipiul Făgăraș

Cod: F-50.



AMEKA MR. 2 LA HRZ MR. 228/2024

SERVICIUL PUBLIC DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICA

IN SISTEM CENTRALIZAT

Str. Teiului nr.22, 505200, Fagaras, Jud. Brasov

Tel : 0268/210031 * Fax : 0268/213511**

office@spaet-fagaras.ro



Fisa sintetica

privind pierderile tehnologice utilizate la calculul preturilor si tarifelor energiei termice aprobate prin avizul nr. 30 din 26.11.2024

Bilantul a fost efectuat pe baza consumurilor si livrarilor de energie realizate intr- un interval de 12 luni.

Rezultate Bilant:

I Pierderi reale

- Randamentul termic de productie a energiei termice pentru conturul de bilant (centrala termica CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT9): 82,19% ; pierdere 17,81% . Aceste pierderi reflecta randamentul de ardere a gazului metan, randamentele cazanelor si pierderile prin transfer de caldura din instalatiile din centralele termice. Din energia primara intrata in centrala cu combustibilul respectiv 16.548,99 MWh s-au livrat in retele termice 13.601,8 MWh inregistrandu-se o pierdere reala de 2947,19 MWh.

- Randamentul pe conturul de bilant SACET Fagaras (retele de distributie CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT7, CT8, CT9): 72,96%; pierdere 27,04%. Din energia livrata in retele de centralele termice 13601,8 MWh s-au vandut la consumatori (suma livrarilor pe bransamente) 9923,19 MWh, inregistrand o pierdere reala de 3678,61 MWh (din care pierderi prin radiatie/convecție in rețeaua de distributie: 3549,37 MWh si pierderi masice: 129,24 MWh)

Concluzie: pierdere de energie termica reala pentru rețeaua termica de distributie 27,04% conform cu pct.5 din Avizul ANRE nr. 30/ 26.11.2024

II Pierderi tehnologice

Pierdere tehnologica optimizata a fost calculata in urmatoarele ipoteze:

1. Aceleasi lungimi si configuratie a rețelei de distributie ca si in situatia reala
2. Aceleasi fluxuri de energie termica circula prin conducte
3. Izolatia termica a conductelor este noua
4. Nu sunt depuneri pe conducte
5. Pierdere masica de agent termic, medie anuala orara, in conditii normale de functionare, este limitata sub 0,2%

Pierderile tehnologice s-au determinat in conditiile stabilite de prevederile Procedurii de avizare a documentatiei privind pierderile tehnologice aprobata prin Ordinul ANRE nr. 113/2022.



Serviciul Public de Alimentare
cu Energie Termică în Sistem
Centralizat în Mun. Făgăraș

Nr. ANRE: 158719/02.12.2024

Către,

INTRARE nr.

1763

ZILIA

27

LUNA

11

ANUL 20

24

Serviciul Public de alimentare cu Energie Termică în Sistem Centralizat în
Municipiul - Făgăraș

În atenția: **Domnului CIPRIAN TETIU**
Reprezentant Legal

E-mail: office@spact-fagaras.ro

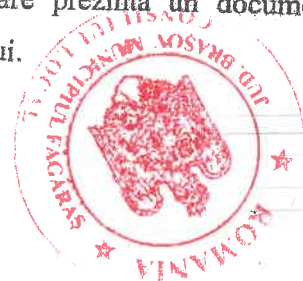
Stimate Domnule,

Vă informăm că, în Ședința Comitetului de reglementare din data de 26.11.2024, a fost aprobată acordarea Avizului nr. 30 din 26.11.2024 pentru „Documentația privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmită pe baza bilanțului termooenergetic în sistemul de alimentare centralizată cu energie termică S.A.C.E.T. Făgăraș pentru perioada iunie 2023-mai 2024 inclusiv”.

Anexăm prezentei, în copie, Avizul menționat.

Vă informăm că, exemplarul original poate fi ridicat de la sediul ANRE, din str. Constantin Nacu nr. 3, sector 2, București, de către reprezentantul legal al titularului sau de către oricare altă persoană, inclusiv de către reprezentantul unei firme de curierat rapid, care prezintă un document de împuternicire în acest sens, semnat de reprezentantul legal al titularului.

Cu stimă,



VICEPREȘEDINTE

Gabriel ANDRONACHE



AUTORITATEA NAȚIONALĂ DE REGLEMENTARE ÎN 27.11.24
DOMENIUL ENERGIEI

INTRARE nr. 1763

COMITET DE REGLEMENTARE



Aviz nr. 30 din 26.11.2024
pentru documentația privind pierderile tehnologice
utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmită de SERVICIUL PUBLIC DE
ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ ÎN SISTEM CENTRALIZAT
pe baza bilanțului termooenergetic în
SACET al municipiului Făgăraș, pentru anul 2023

Având în vedere prevederile art. 38 alin. (1) lit. f) și art. 43 alin. (6) din Legea serviciului public de alimentare cu energie termică nr. 325/2006, republicată, cu completările ulterioare, precum și ale 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, aprobată prin Ordinul președintelui ANRE nr. 113/2022

și ținând seama de:

- cererea transmisă de **SERVICIUL PUBLIC DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ ÎN SISTEM CENTRALIZAT** al municipiului Făgăraș prin adresa nr. 1304/09.09.2024, înregistrată la ANRE cu nr. 124626/11.09.2024, retransmisă cu adresa nr.1549/17.10.2024, înregistrată la ANRE cu nr.140209/17.10.2024, împreună cu documentația supusă avizării, întocmită pe baza lucrării *Bilanț termooenergetic al Sistemului de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) din Mun. Făgăraș*, elaborat de TOTAL ENERGY SOLUTIONS S.R.L. însoțită de documentul prin care acesta a fost recepționat și însoțit de către beneficiar, Procesul verbal de avizare nr. 1286/04.09.2024,
- faptul că **SERVICIUL PUBLIC DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ ÎN SISTEM CENTRALIZAT** este operatorul serviciului public de alimentare cu energie termică în sistem centralizat din Municipiul Făgăraș, în baza Licenței pentru prestarea serviciului public de alimentare centralizată cu energie termică nr. 2239/07.10.2020, acordată prin Decizia președintelui ANRE nr. 1775/07.10.2020, cu modificările ulterioare, valabilă până la data de 28.02.2030,

președintele ANRE emite prezentul

AVIZ

1. Se avizează documentația privind pierderile tehnologice utilizate la calculul prețurilor și tarifelor energiei termice, întocmită de **SERVICIUL PUBLIC DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ ÎN SISTEM CENTRALIZAT** pe baza bilanțului termooenergetic în SACET din municipiul Făgăraș, pentru perioada ianie 2023-mai 2024, prevăzut în anexa care face parte integrantă din prezentul aviz.



Str. Constantin Nacu, nr. 3, Sector 2, București, Cod poștal: 020995

Tel: (021) 327 8100. Fax: (021) 312 4365. E-mail: anre@anre.ro. Web: www.anre.ro

ANRE, în calitate de operator de date cu caracter personal, respectă prevederile Regulamentului UE nr. 679/2016 și reglementările interne în vigoare în materia protecției datelor cu caracter personal



**SERVICIUL PUBLIC DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICA
IN SISTEM CENTRALIZAT**

Str. Teiului nr.22, 505200, Fagaras, Jud. Brasov

Tel : 0268/210031 * Fax : 0268/213511
office@spaet-fagaras.ro**

Aprobat

Director General

Tetiu Ciprian



Proces Verbal de avizare
Nr. 1286/04.09.2024

Denumirea documentatiei: „Bilant Termoenergetic al Sistemului de alimentare centralizata cu energie termica (SACET) din Mun. Fagaras” inregistrata cu nr. 1203/26.08.2024.

Contract nr. 772/61/12.06.2024

Termen de predare: 26.08.2024

Beneficiar: SPAET Fagaras

Executant: Total Energy Solutions S.R.L. Iasi

CONSTATARI

In urma analizei dosarului documentatiei se constata:

- Conformitatea documentatiei cu datele tehnice comunicate
- Conformitatea documentatiei cu cerintele contractuale
- Avizarea favorabila a continutului documentatiei



Prin urmare consideram documentatia conforma cu prevederile legale in vigoare si propunem avizarea favorabila.

Avizat: Favorabil

Serviciul Tehnic: Liliana Nicula

Serviciul Exploatare: Cosmin Lupu
Ionel Tolan

**SERVICIUL PUBLIC DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICA
IN SISTEM CENTRALIZAT**

Str. Teiului nr.22, 505200, Fagaras, Jud. Brasov

Tel : 0268/210031 * Fax : 0268/213511**

office@spaet-fagaras.ro

nr. 1823 din 10.12.2024

Uteli
11.12.2024

MUNICIPIUL FĂGĂRAȘ		
Nr. 64007		
Ziua 11	Luna 12	Anul 2024

Catre: Consiliul Local al Municipiului Fagaras
Spre stiinta: d-lui Primar al mun. Fagaras

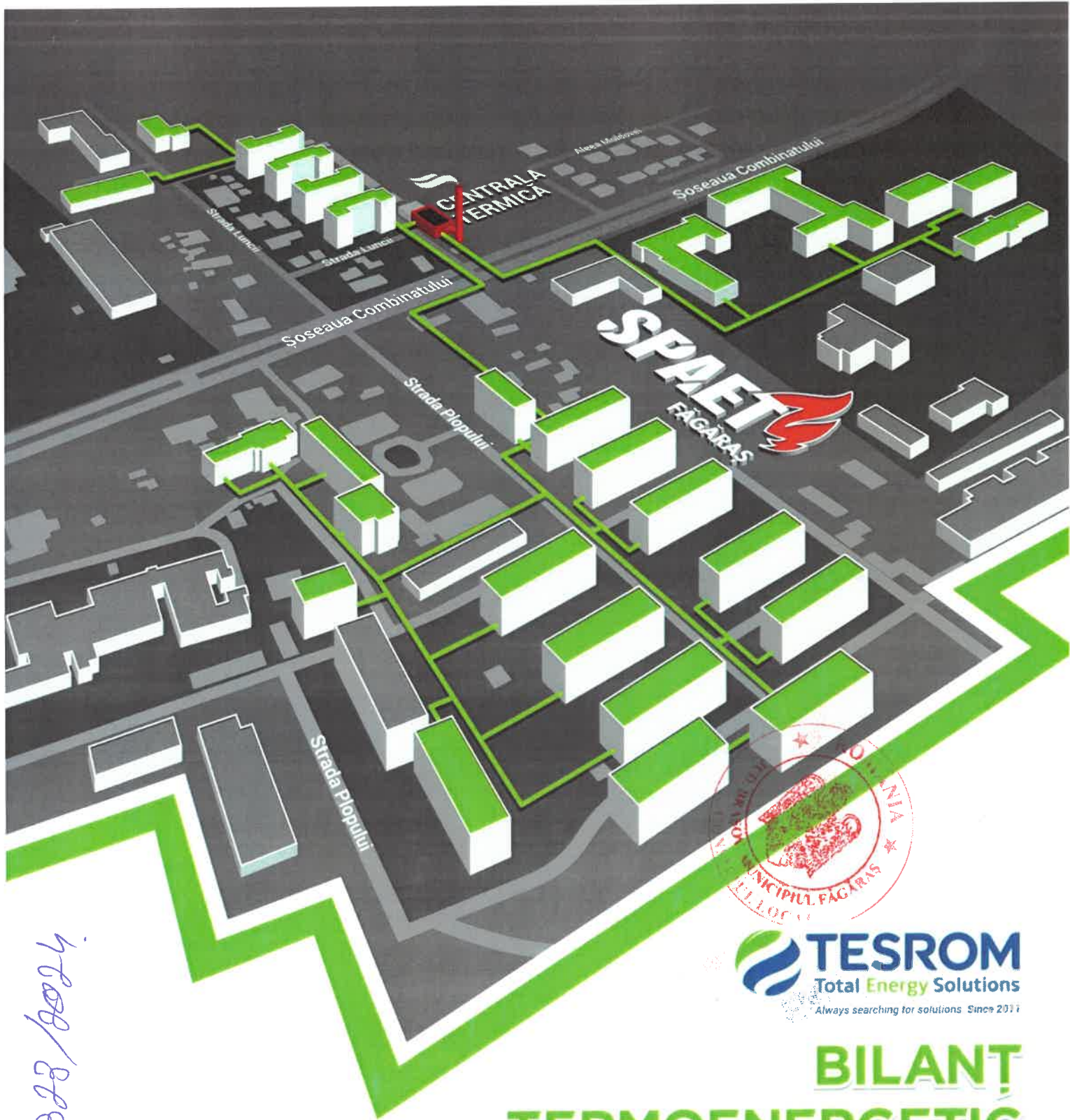
Avand in vedere prevederile art. 35 alin.1 lit. e) si art. 40 alin. (6) din Legea Serviciului public de alimentare cu energie termica 325/2006, depunem atasat lucrarea „Documentatie privind pierderile tehnologice utilizate la calculul preturilor si tarifelor energiei termice, intocmita pe baza bilantului termoenergetic in Sistemul de alimentare centralizata cu energie termica S.A.C.E.T Fagaras pentru perioada Iunie 2023 – MAI 2024 inclusiv” întocmită pe baza lucrării de bilanț energetic „Bilanț termoenergetic al Sistemului de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) din Mun. Fagaras”, in SACET din localitatea Fagaras, executată de către Total Energy Solutions SRL, auditor energetic având autorizația de auditor energetic de tip II Complex, nr. 0046, valabilă până la data de 18.01.2027, emisă de către Ministerul Energiei.

Mentionam ca documentatia privind pierderile tehnologice utilizate la calculul preturilor si tarifelor energiei termice, intocmita de Serviciul Public de Alimentare cu Energie Termica in Sistem Centralizat Fagaras, pe baza bilantului termoenergetic in SACET pentru perioada Iunie 2023 – MAI 2024, a fost avizata de ANRE, in conformitate cu Legea 325/2006 cu modificarile si completarile ulterioare, prin avizul nr. 30 din 26.11.2024.

Solicitam prin prezenta aprobarea prin hotarare a Consiliului Local Fagaras a bilantului energetic, respectiv a pierderilor tehnologice de energie termica rezultate din documentatia atasata, conform pct. 2 din Avizul nr. 30/ 26.11.2024 eliberat de ANRE.

Atasam:

- Lucrarea „Documentatie privind pierderile tehnologice utilizate la calculul preturilor si tarifelor energiei termice, intocmita pe baza bilantului termoenergetic in Sistemul de alimentare centralizata cu energie termica S.A.C.E.T Fagaras pentru perioada Iunie 2023 – MAI 2024 inclusiv”
- Lucrarea „Bilanț termoenergetic al Sistemului de Alimentare Centralizată cu Energie Termică (SACET) din Mun. Fagaras”
- Proces Verbal nr. 1286/04.09.2024 de avizare de catre SPAET Fagaras a lucrarii de bilant termoenergetic



ANEXA 1 LA HCL 328/2024
 PRIMA
 2024



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

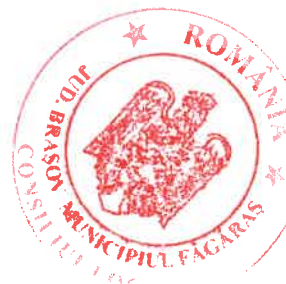
Operator SACET:
SPAET FĂGĂRAȘ

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 termoeenergetic real al surselor de producere energie termică	62
6.1.1. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 1	62
6.1.2. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 2	65
6.1.3. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 3	68
6.1.4. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 4	71
6.1.5. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 5	74
6.1.6. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 7	77
6.1.7. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 8	80
6.1.8. Bilanțul termoeenergetic real orar pe conturul CT 9	83
6.1.9. Bilanțul termoeenergetic 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 termooenergetic 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 Auditorilor 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 km².



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 Amlășului.

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. 1.2. Municipiul Făgăraș – harta administrativă, limită teritoriu UAT Mun. Făgăraș



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 termoeenergetic 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 branșamentul de racordare la rețelele termice de distribuție a energiei termice – agent termic de încălzire, respectiv apă caldă de consum, după caz).

Bilanțul termoeenergetic 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 termoeenergetic 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 termoeenergetic 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 imagină 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 licenței 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 termooenergetic 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 termooenergetic 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)



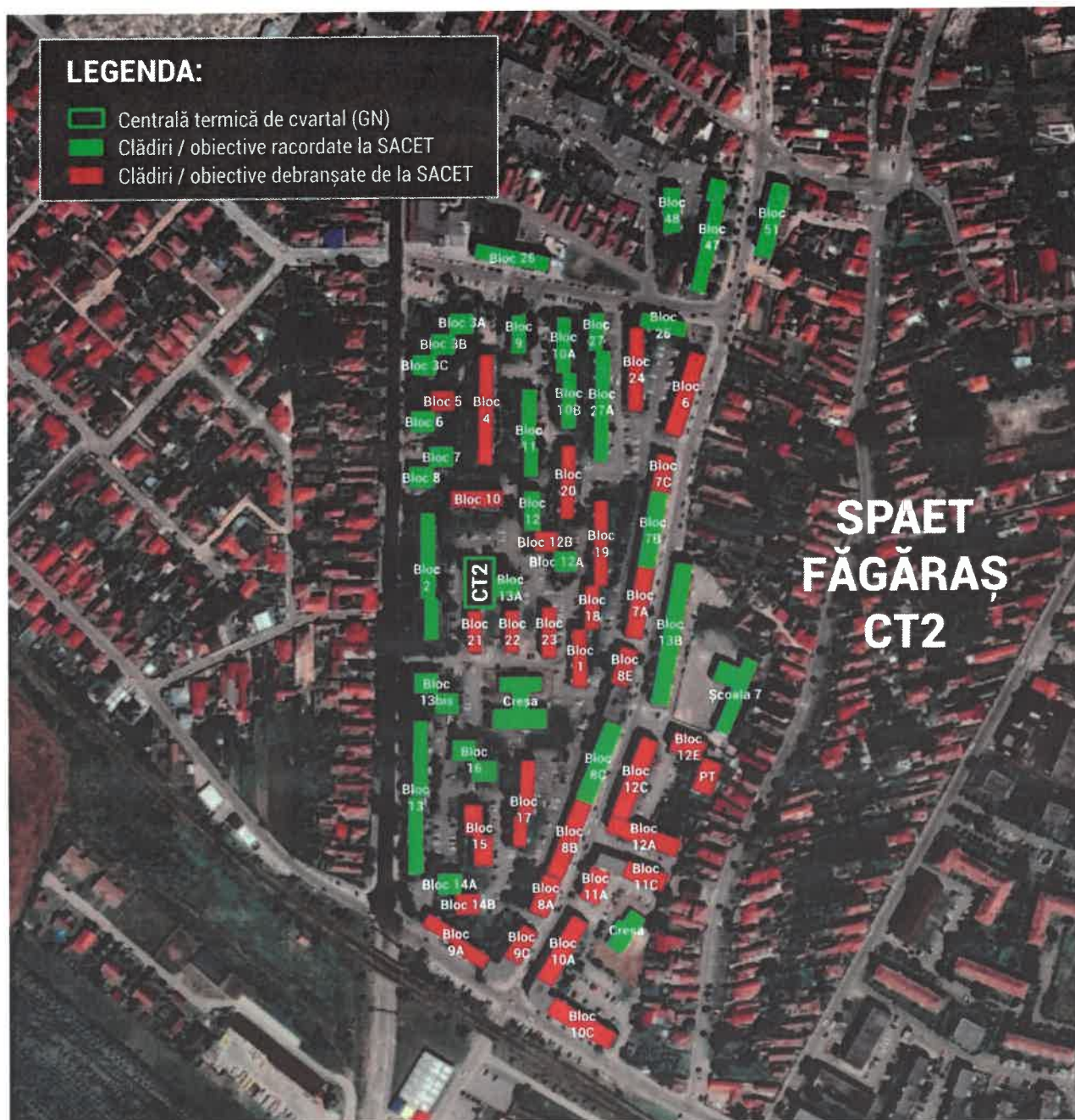


Fig. 2.5. SACET Făgăraș – CT 2: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)



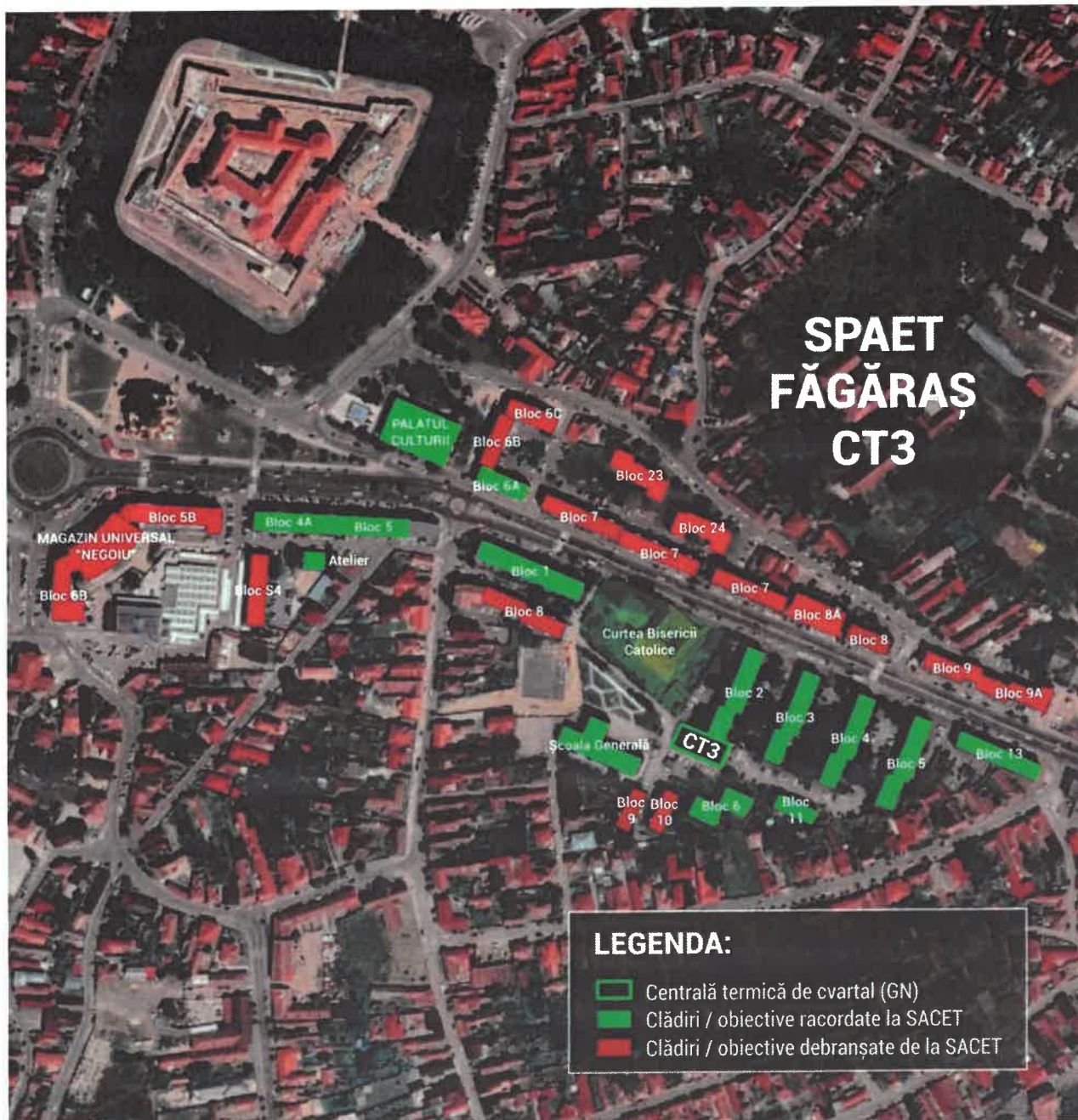


Fig. 2.6. SACET Făgăraș – CT 3: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)

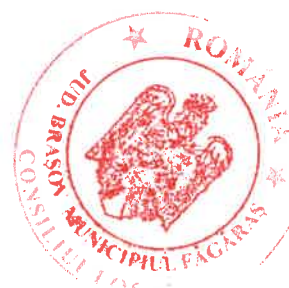




Fig. 2.7. SACET Făgăraș – CT 4: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)



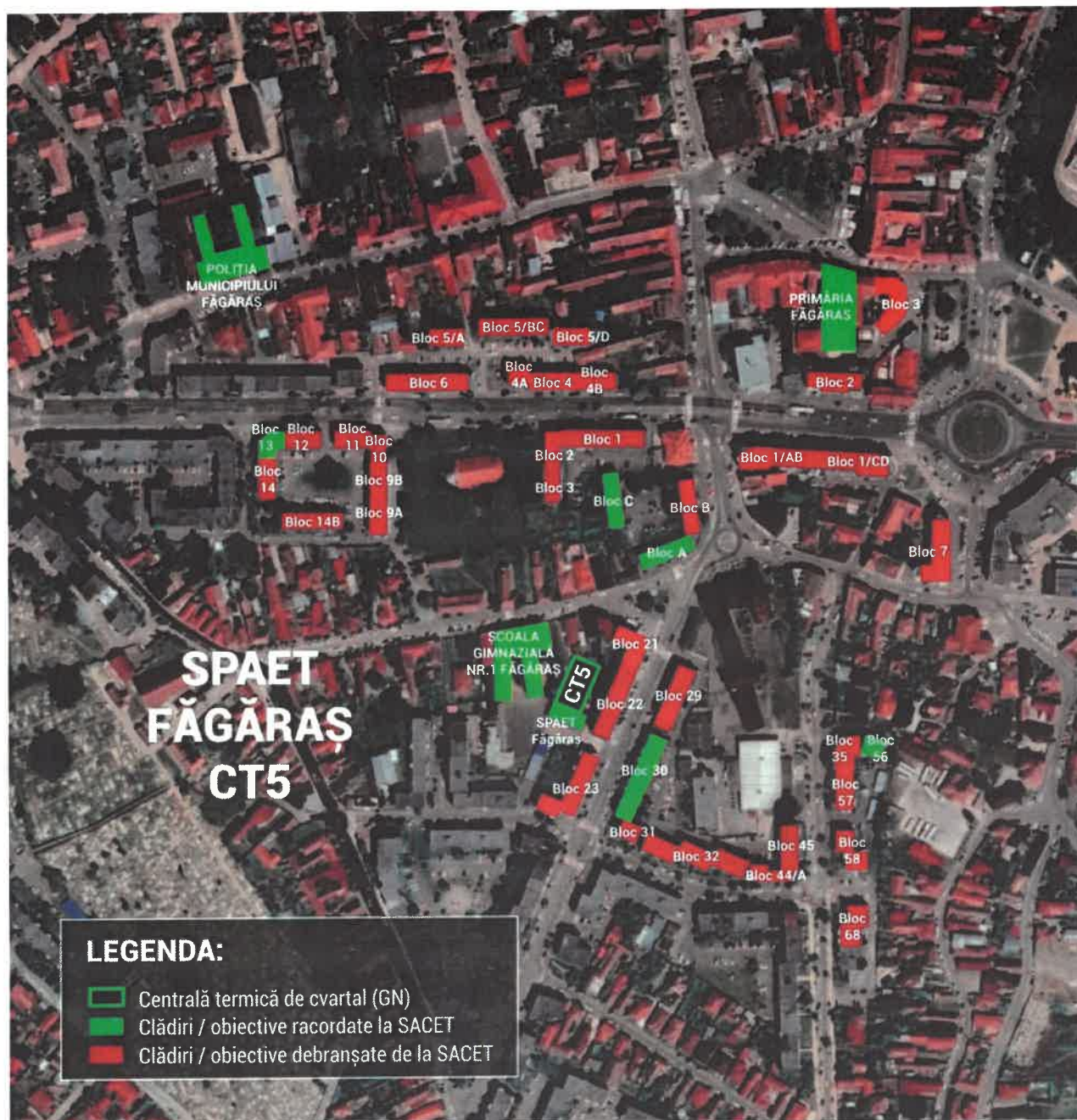


Fig. 2.8. SACET Făgăraș – CT 5: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)



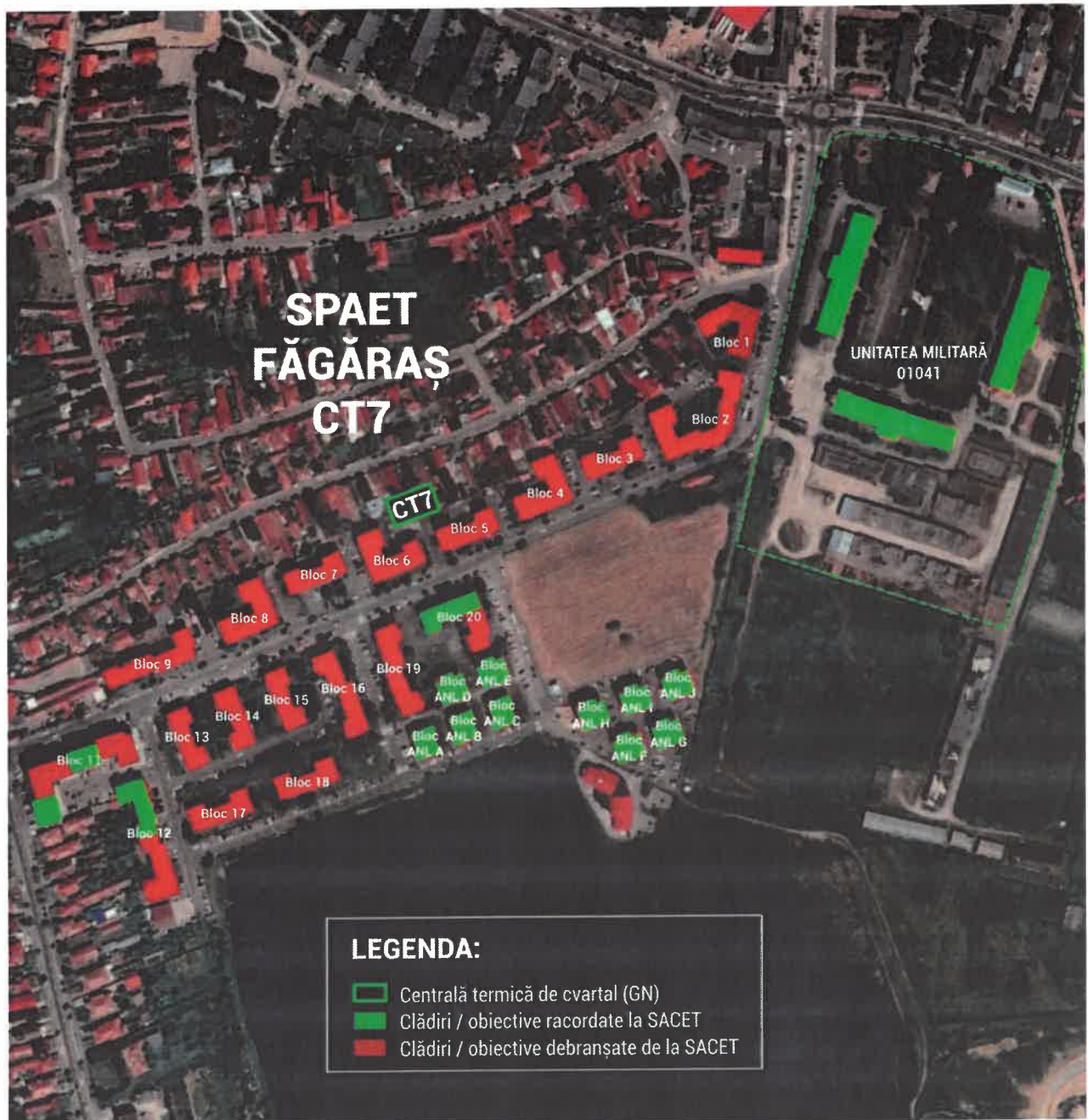


Fig. 2.9. SACET Făgăraș – CT 7: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat, comparativ cu situația inițială (2000)





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



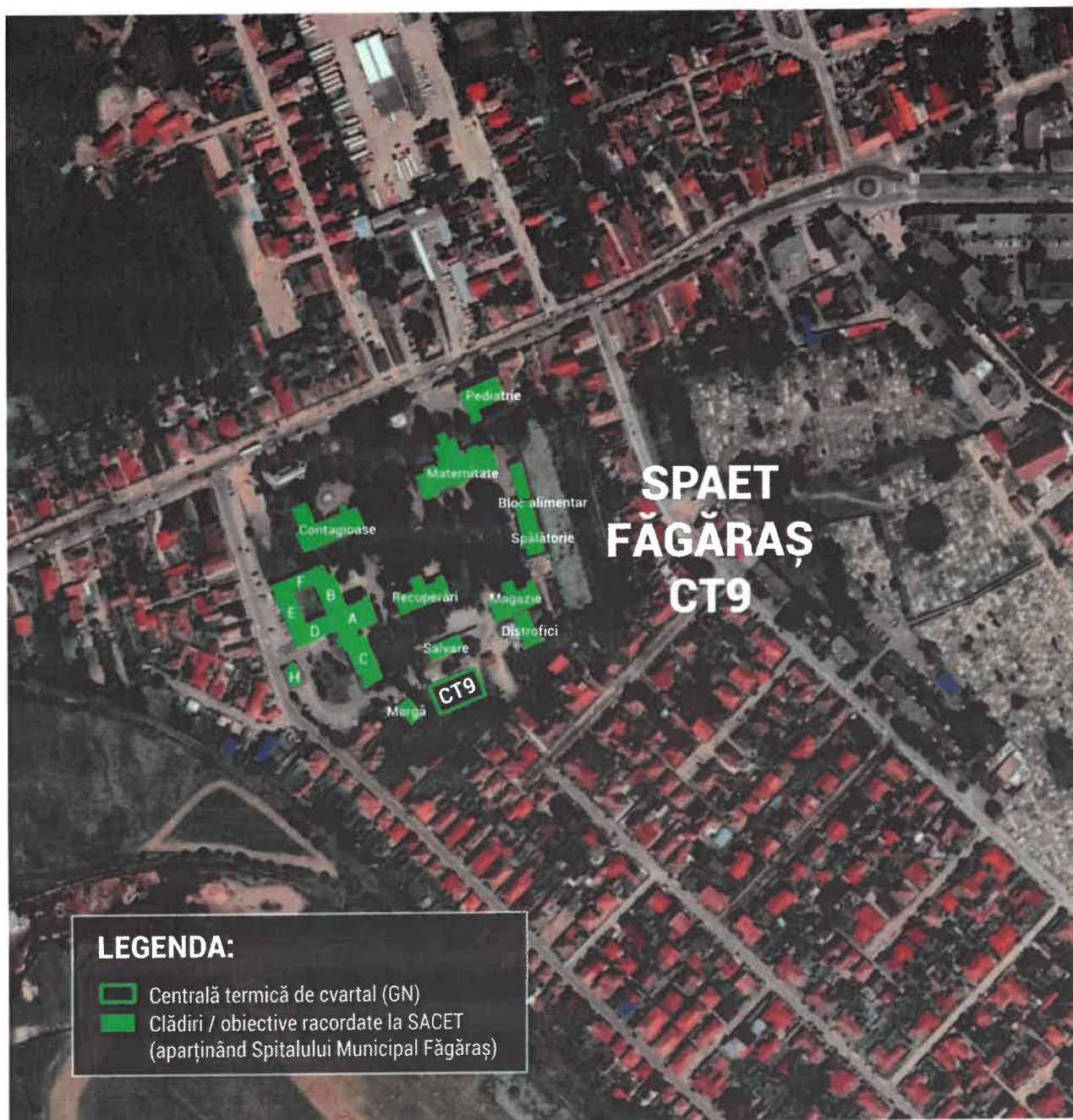


Fig. 2.11. SACET Făgăraș – CT 9: imobile racordate în prezent (2024) la sistemul centralizat (Spitalul Municipal Făgăraș)

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 ³ /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 ³ /h; H=16mCA P=11 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP 100-125/137 D=100m ³ /h; H=15mCA P=7,5 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3	LP 80-125/133 D=60m ³ /h; H=15mCA P=4kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație ramura C4	LP 100-125/137 D=125m ³ /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 ³ /h; H=7mCA P=1,5 kW; U=380V	1
10	Electropompă circulație preparare A.C.M. ZONA JOASA	CLM 125-228; D=130m ³ /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 ³ /h (3x10) - H _{max} =50 mCA - P=3x3 kW	1
20	Instalație de dedurizare apă de adaos cu sistem de dozare chimică	- tip: Duplex automată - D=8 m ³ /h - p _{asp} =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

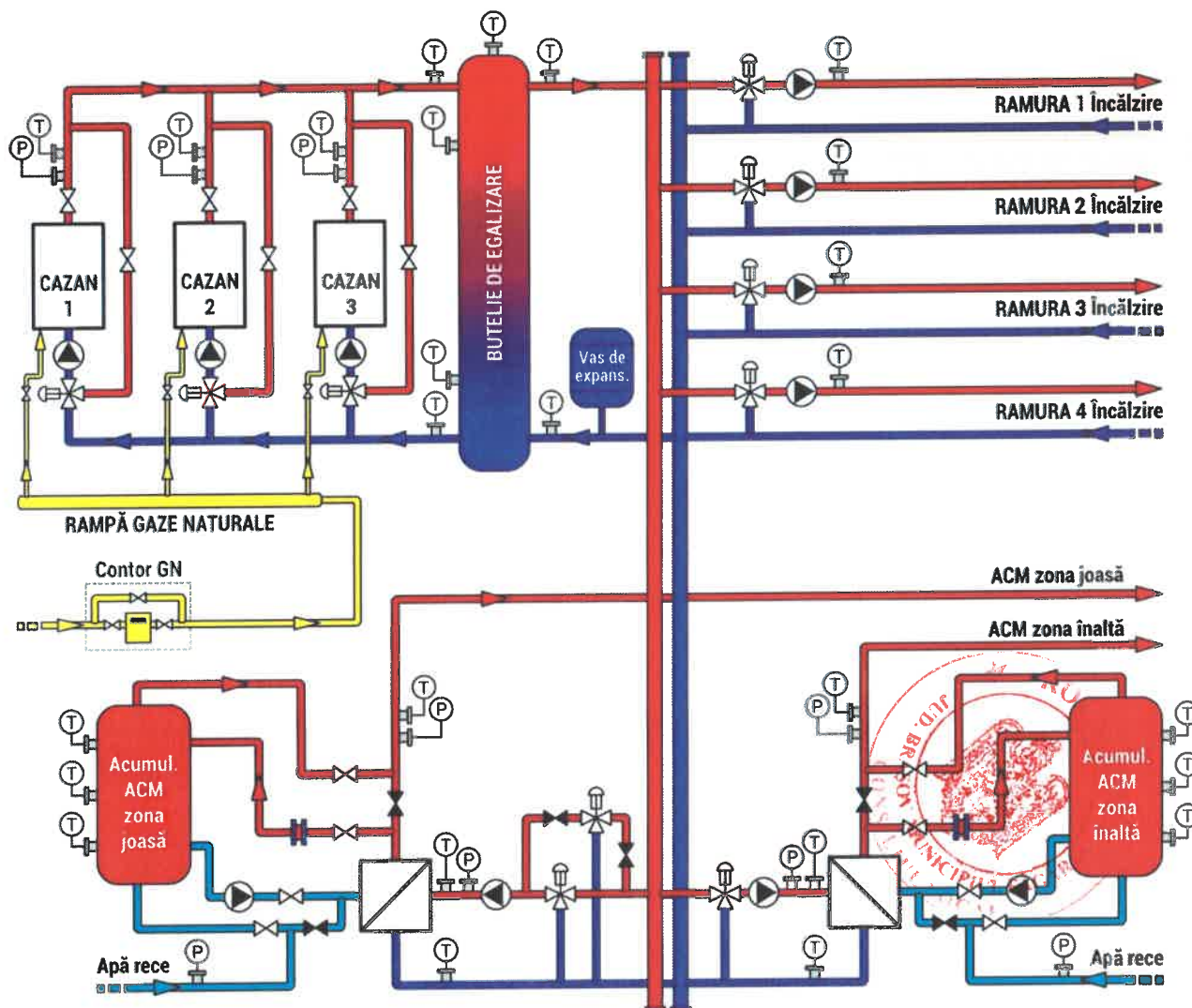


Fig. 2.13. Centrala termică CT 1 - schema termomechanică

• 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 ³ /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 ³ /h; H=16mCA P=22 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP100- 160/168 D=100m ³ /h; H=15mCA P=15 kW; U=380 V	2
7	Electropompă circulație ramura C3	CLM 150-278 D=155m ³ /h; H=16mCA P=22kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 150-216 D=155m ³ /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 ³ /h - p _{asp} =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





Fig. 2.14. CT 2, echipată cu 4 cazane LOOS tip UT-WT-5200 – 4000 kW fiecare

CENTRALA TERMICĂ CT2 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ

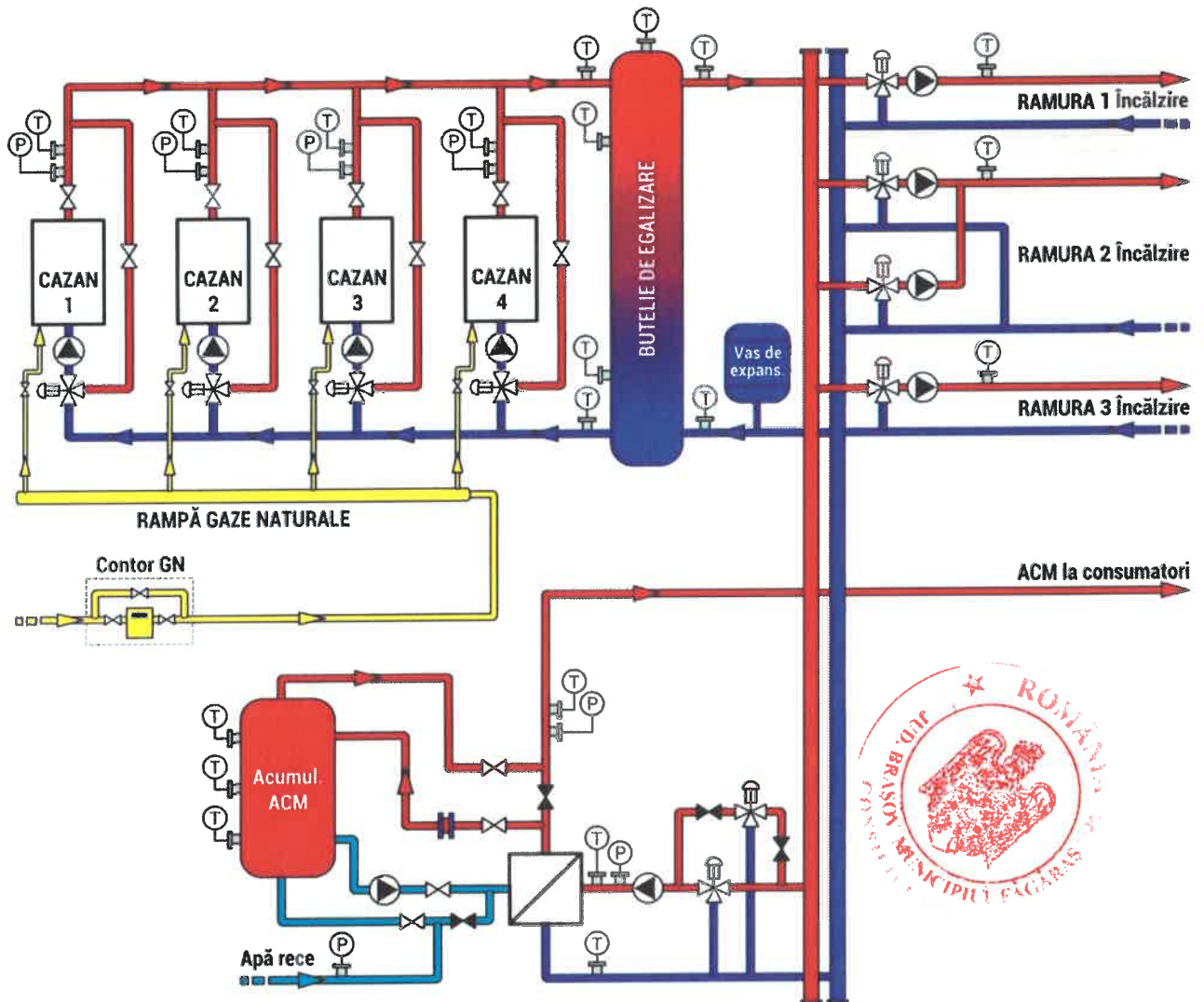


Fig. 2.15. Centrala termică CT 2 - schema termomecanică

• 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 ³ /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 ³ /h; H=16mCA P=18,5 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	CLM 150-228 D=100m ³ /h; H=15mCA P=15 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3	CLM 150-278 D=155m ³ /h; H=16mCA P=15kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-222 D=155m ³ /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 ³ /h - p _{asp} =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

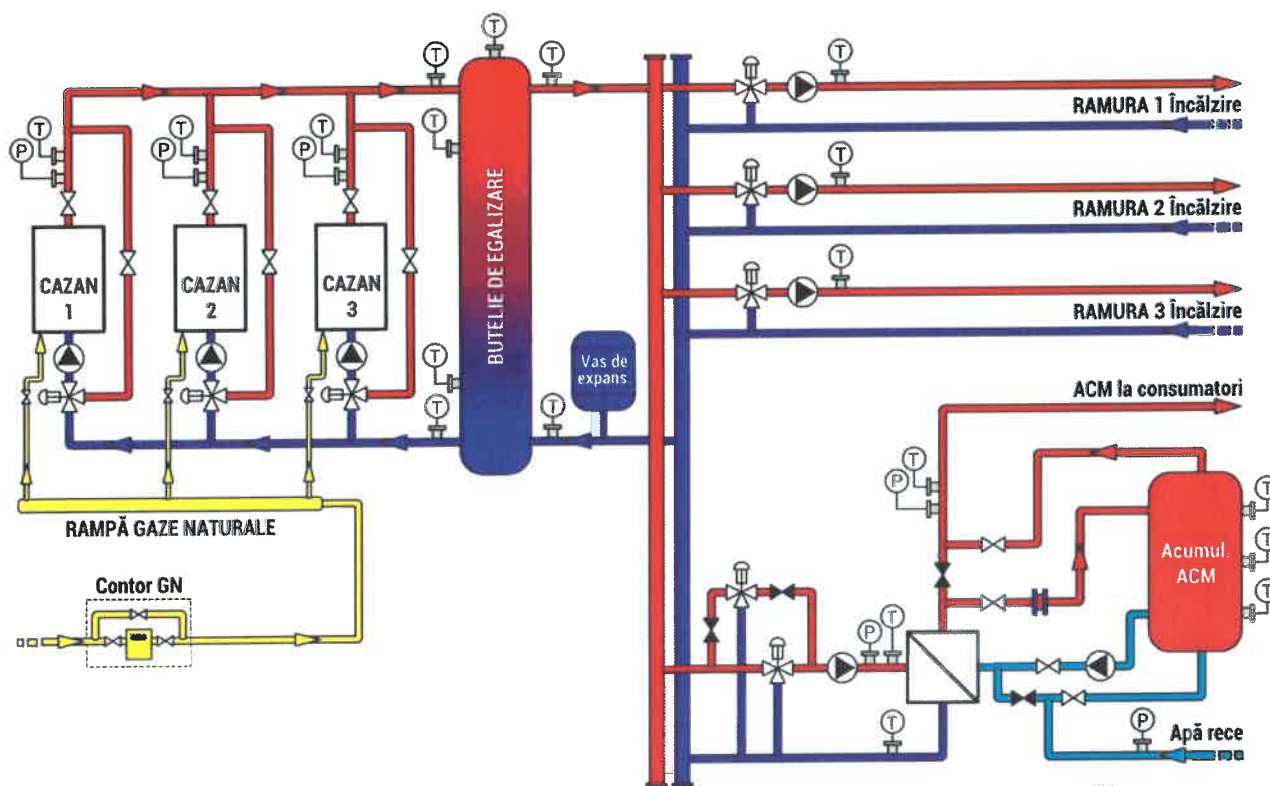


Fig. 2.17. Centrala termică CT 3 - schema termomecanică

• 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 ³ /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 ³ /h; H=16mCA P=22 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	CLM 150-273 D=100m ³ /h; H=15mCA P=22 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3-4	LP 100-160/168 D=155m ³ /h; H=16mCA P=15kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M. ZONA INALTA	LM 65-200/187; D=25m ³ /h; H=7mCA P=1,5 kW; U=380V	1
9	Electropompă circulație preparare A.C.M. ZONA JOASA	CLM 125-228; D=130m ³ /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 ³ /h - p _{asp} =3,6 bar - dozator: V=200 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	2
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

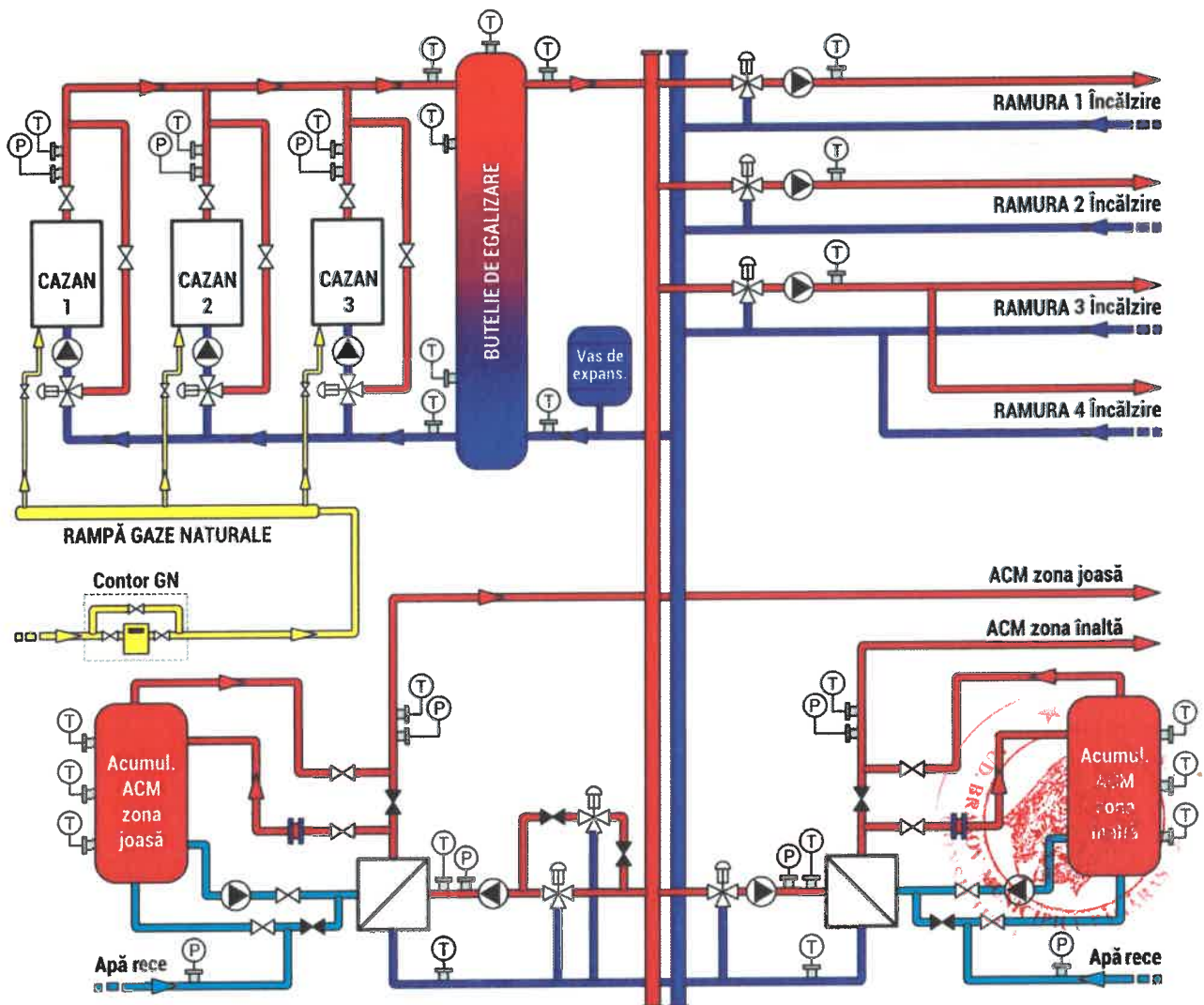


Fig. 2.19. Centrala termică CT 4 - schema termomecanică

• 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 ³ /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 ³ /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP 100-160/155 D=155m ³ /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
7	Electropompă circulație ramura C3	CLM 150-264 D=155m ³ /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
8	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-242; D=25m ³ /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 ³ /h - p _{asp} =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 CT5 - SCHEMA TERMOMECHANICĂ

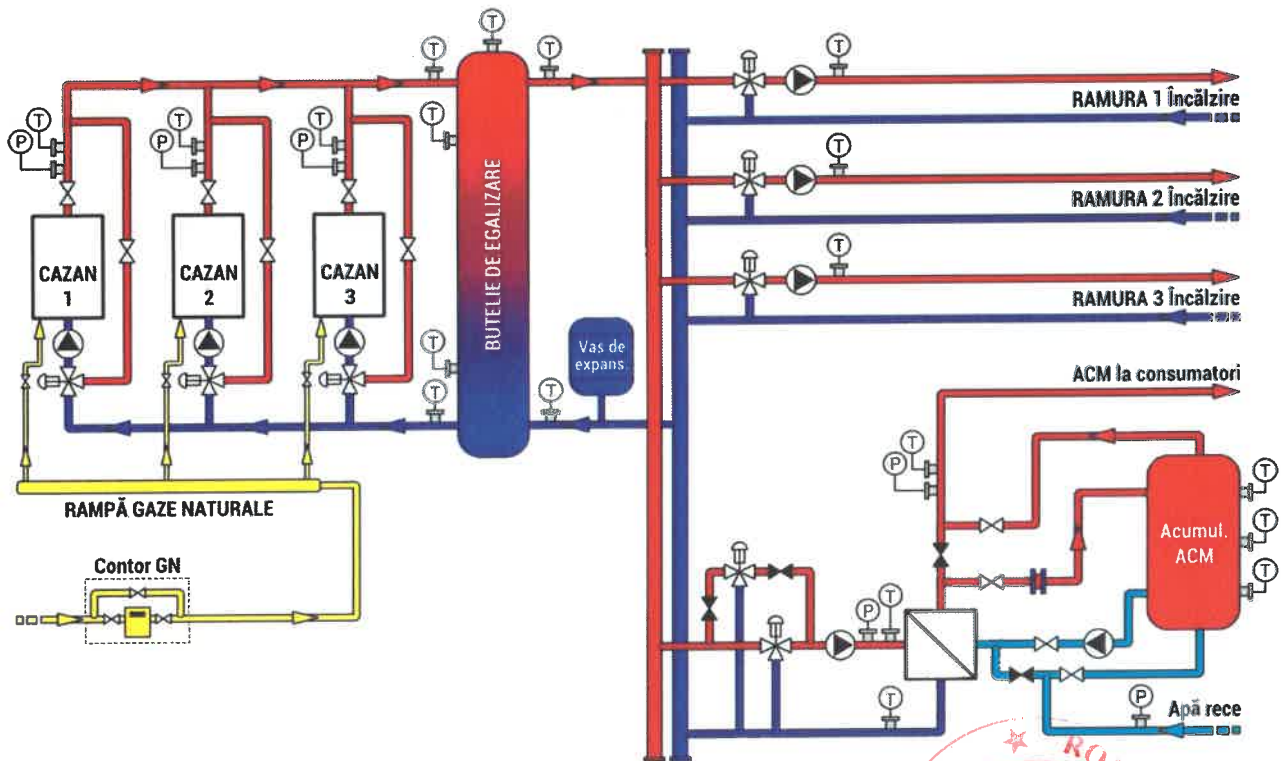


Fig. 2.21. Centrala termică CT 5 - schema termomecanică

• 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 ³ /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 ³ /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	CLM 125-242 D=155m ³ /h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
9	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-211; D=25m ³ /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 ³ /h - p _{asp} =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

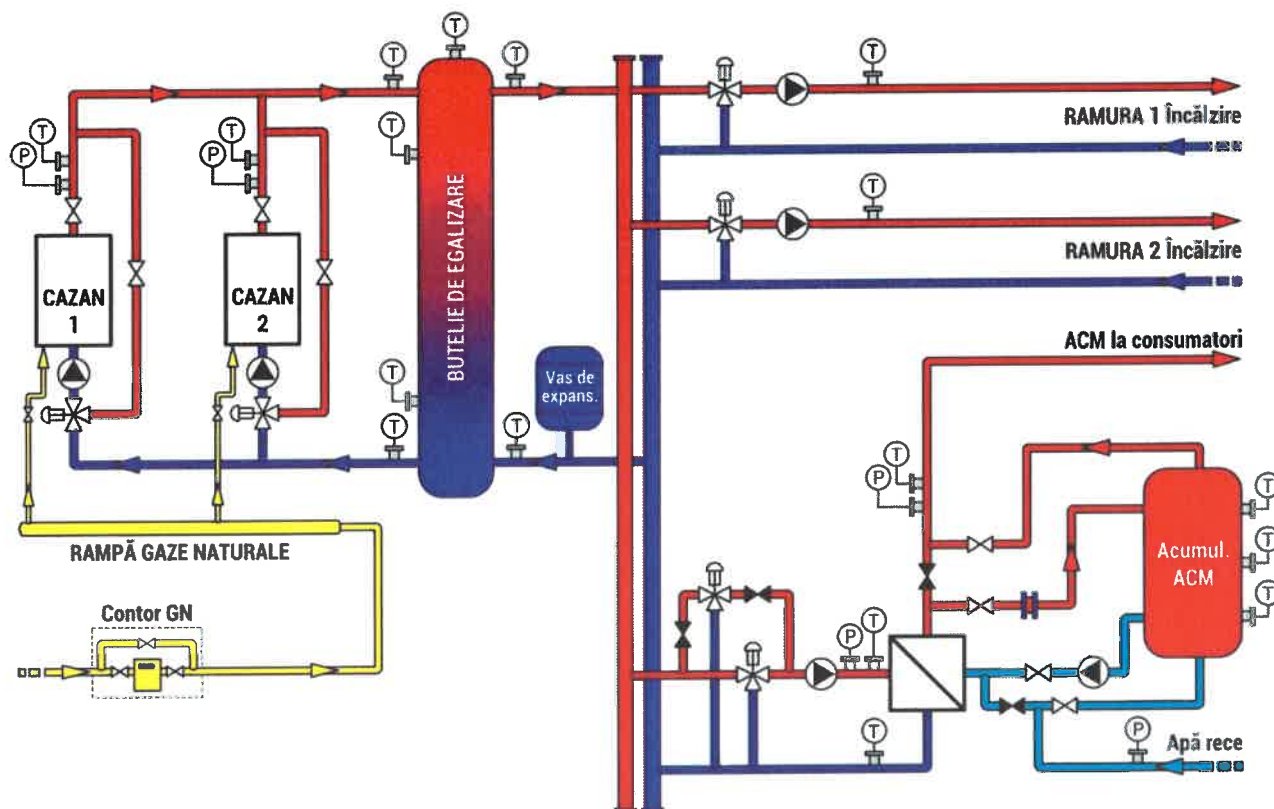


Fig. 2.23. Centrala termică CT 7 - schema termomecanică

• 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=180m³/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=155m³/h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație ramura C2	LP 100-160/155 D=155m³/h; H=16mCA P=15 kW; U=380 V	1
9	Electropompă circulație preparare A.C.M.	CLM 125-211; D=25m³/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 ³ /h - p _{asp} =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

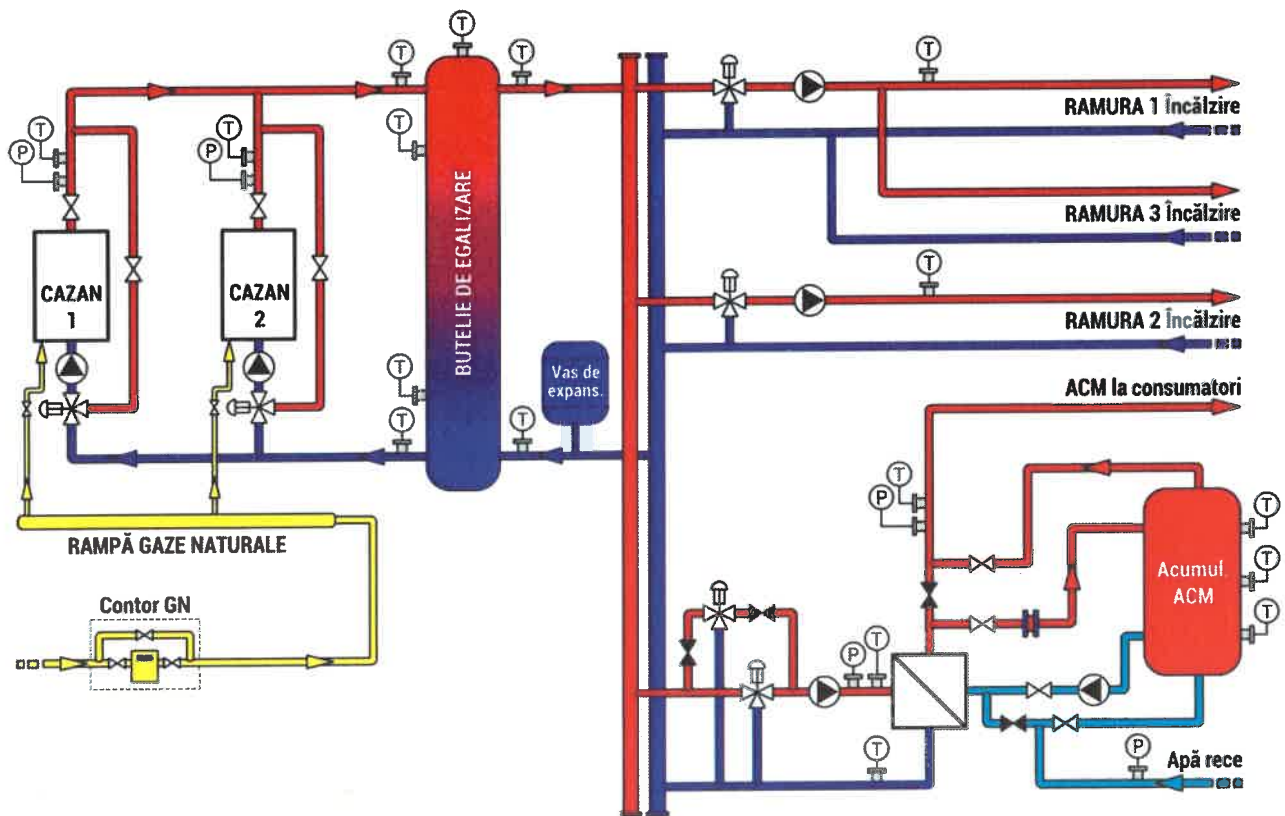


Fig. 2.25. Centrala termică CT 8 - schema termomechanică

• 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 ³ /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 ³ /h; H=20mCA P=7,5 kW; U=380 V	1
6	Electropompă circulație preparare A.C.M.	UPS 80-120F/380; D=35m ³ /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 ³ /h - p _{asp} =3,6 bar - dozator: V=20 l; D=5,5 l/h; P=0,1 kW	1
9	Vas de expansiune închis	vas de expansiune 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

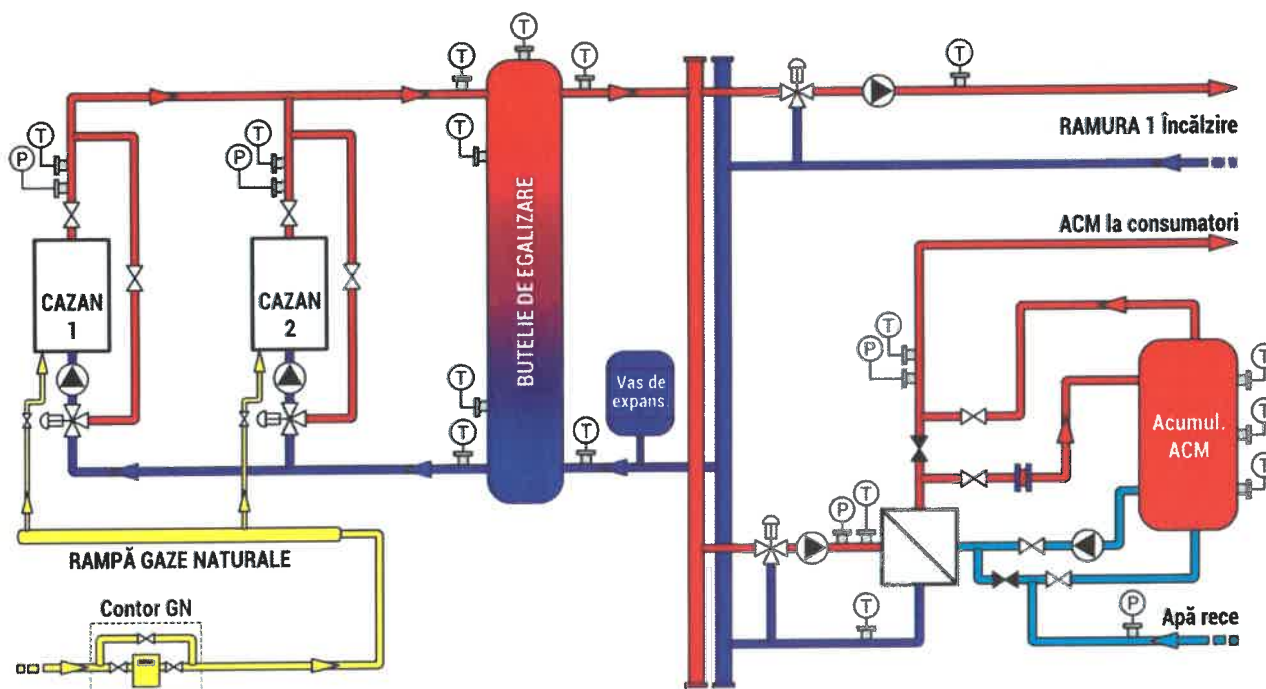


Fig. 2.27. Centrala termică CT 9 - schema termomecanică

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
Total	1119,7	1119,7	17,273	17,273

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
Total	188,9	0,0	0,353	0,000

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
Total	2152,4	2152,4	37,224	37,224

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
Total	972,6	0,0	5,021	0,000

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
Total	877,4	877,4	15,649	15,649

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
Total	156,5	0,0	0,618	0,000

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
Total	1456,9	1456,9	32,065	32,065

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
Total	0,0	0,0	0,000	0,000

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
Total	1553,4	1553,4	21,898	21,898

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
Total	0,0	0,0	0,000	0,000

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
Total	2076,4	2076,4	30,166	30,166

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
Total	0,0	0,0	0,000	0,000

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
Total	866,2	866,2	8,421	8,421

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
Total	0,0	0,0	0,000	0,000

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
Total	571,3	571,3	3,634	3,634

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
Total	571,3	0,0	0,910	0,000

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.

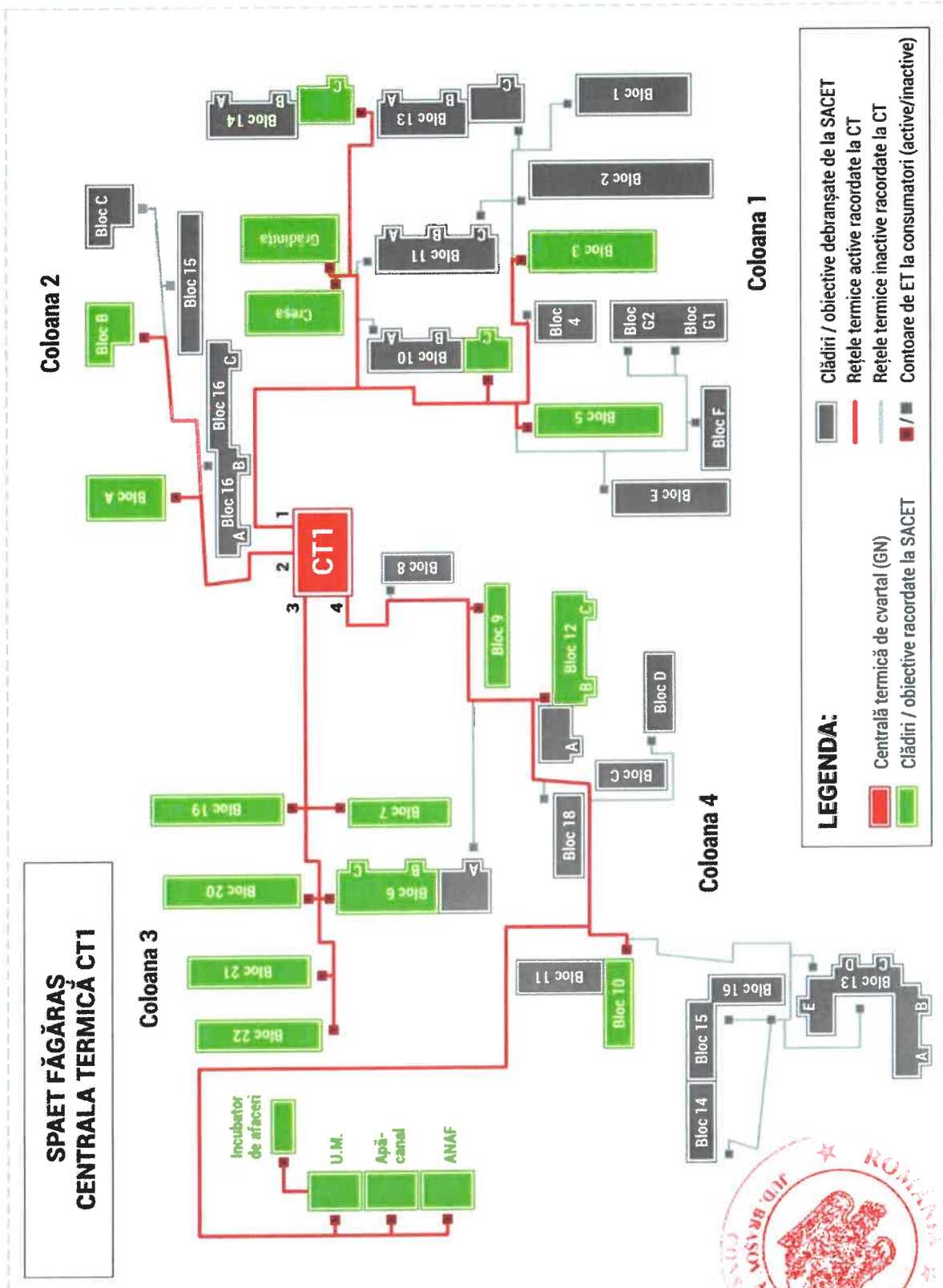


Fig. 2.28. CT 1 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați

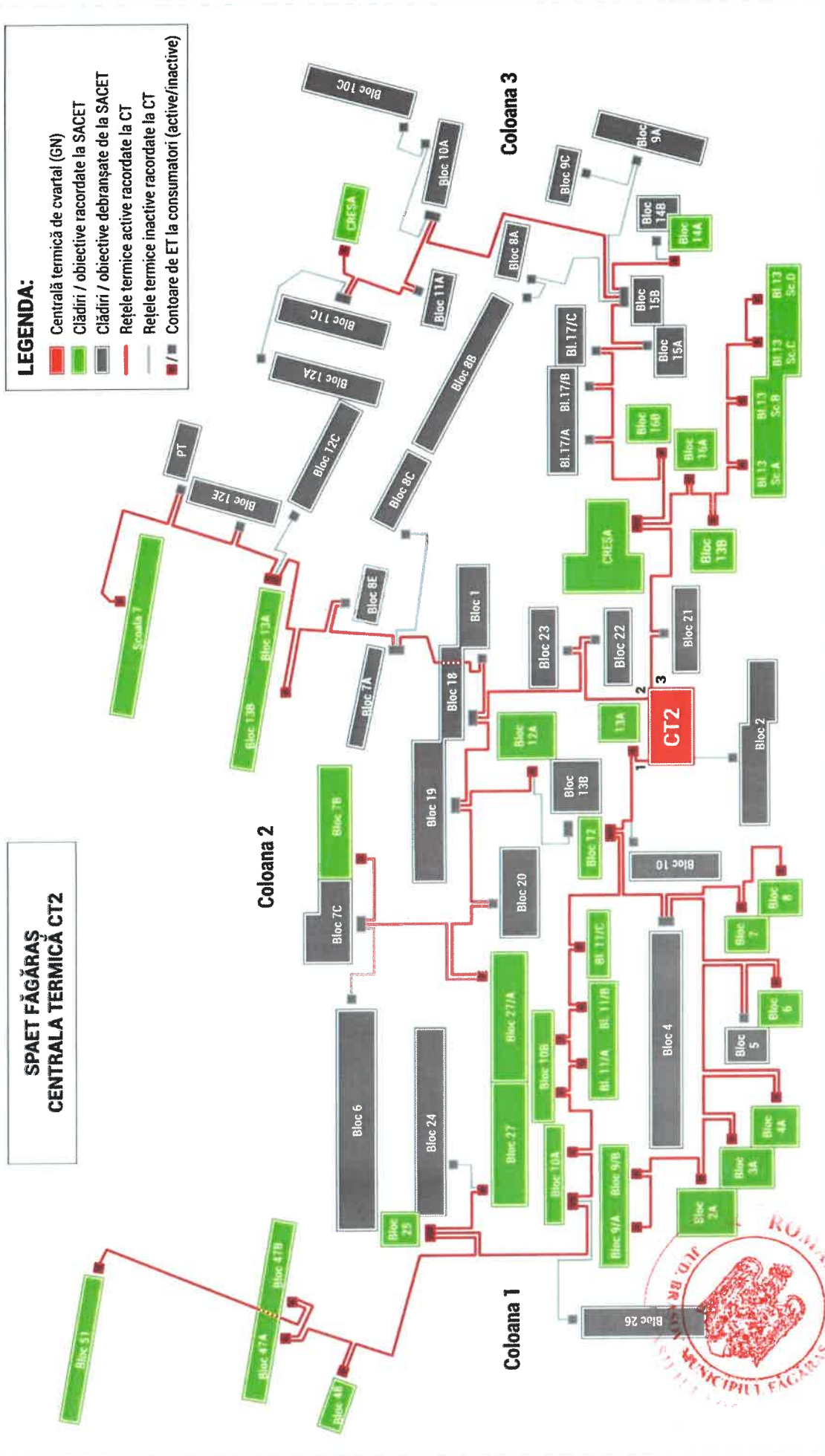


Fig. 2.29. CT 2 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor bransați

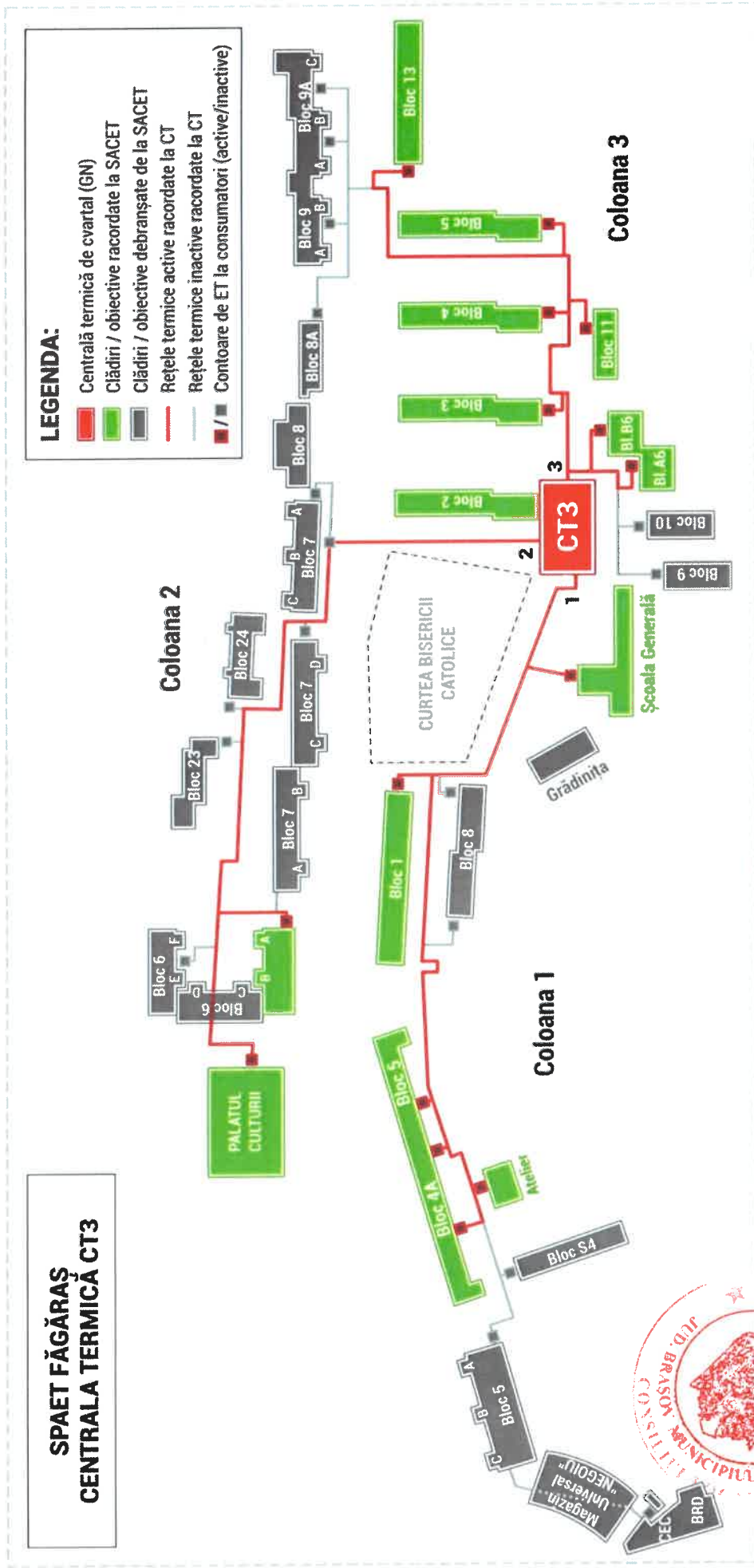


Fig. 2.30. CT 3 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați



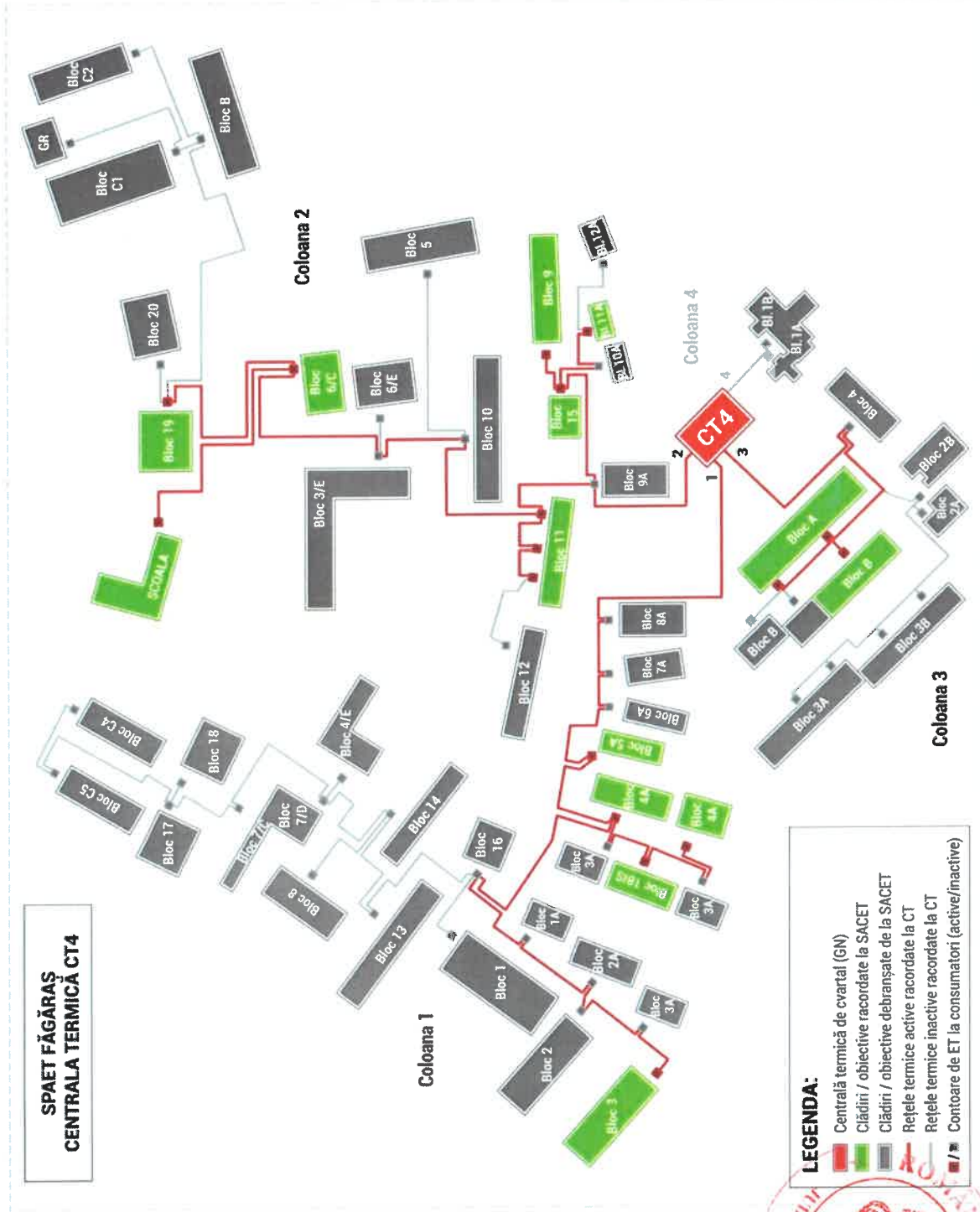


Fig. 2.31. CT 4 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor bransați

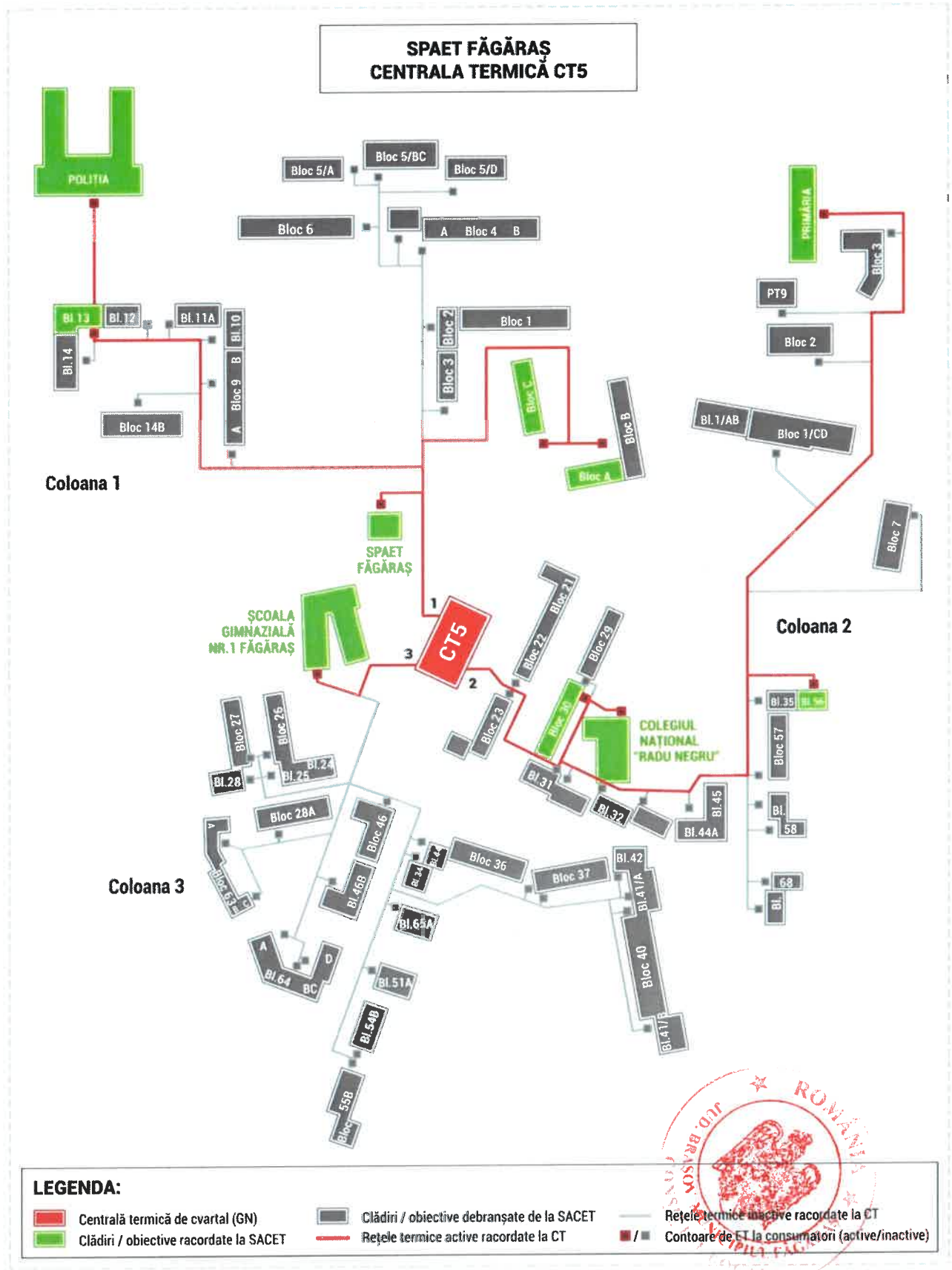


Fig. 2.32. CT 5 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați

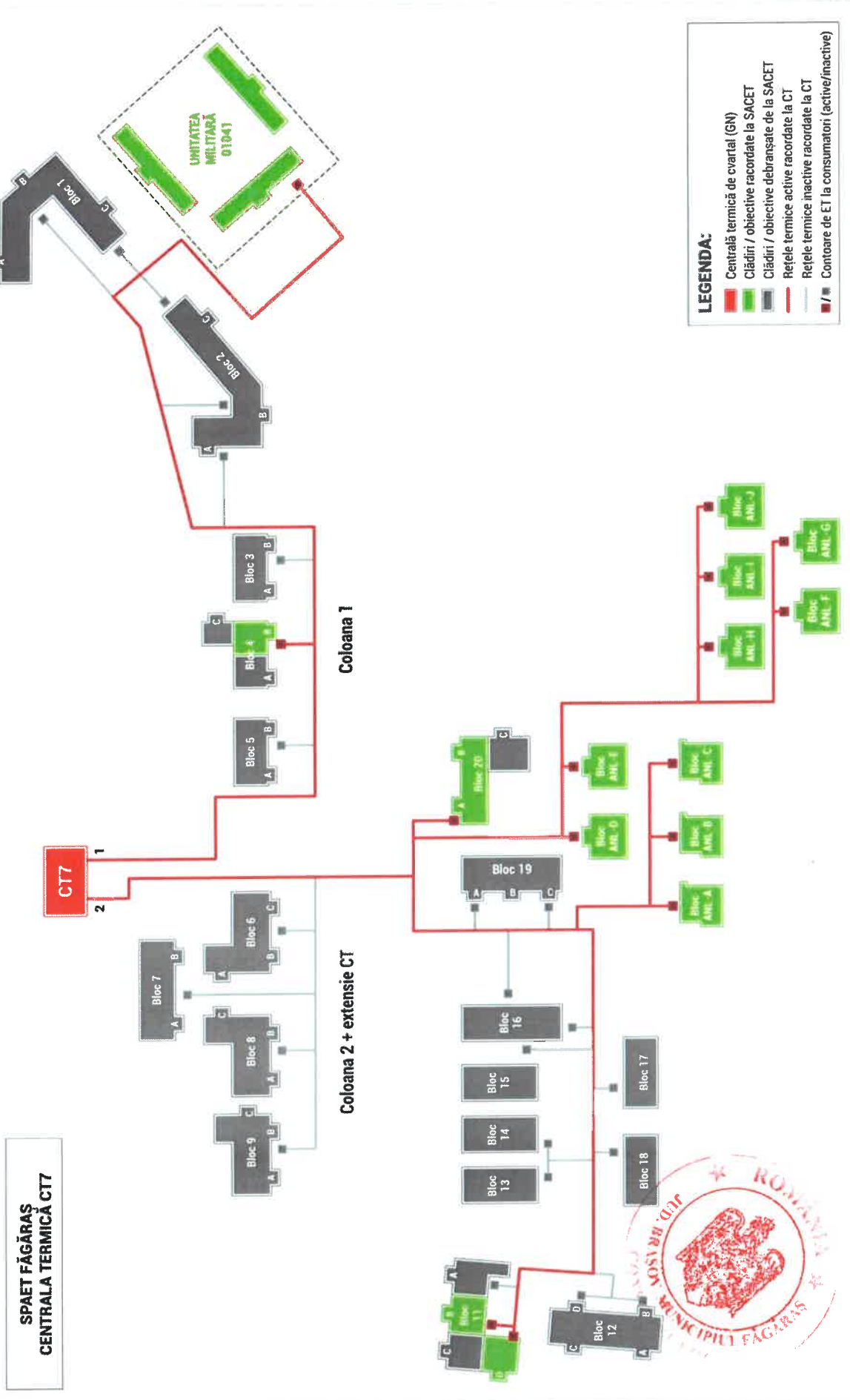


Fig. 2.33. CT 7 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați

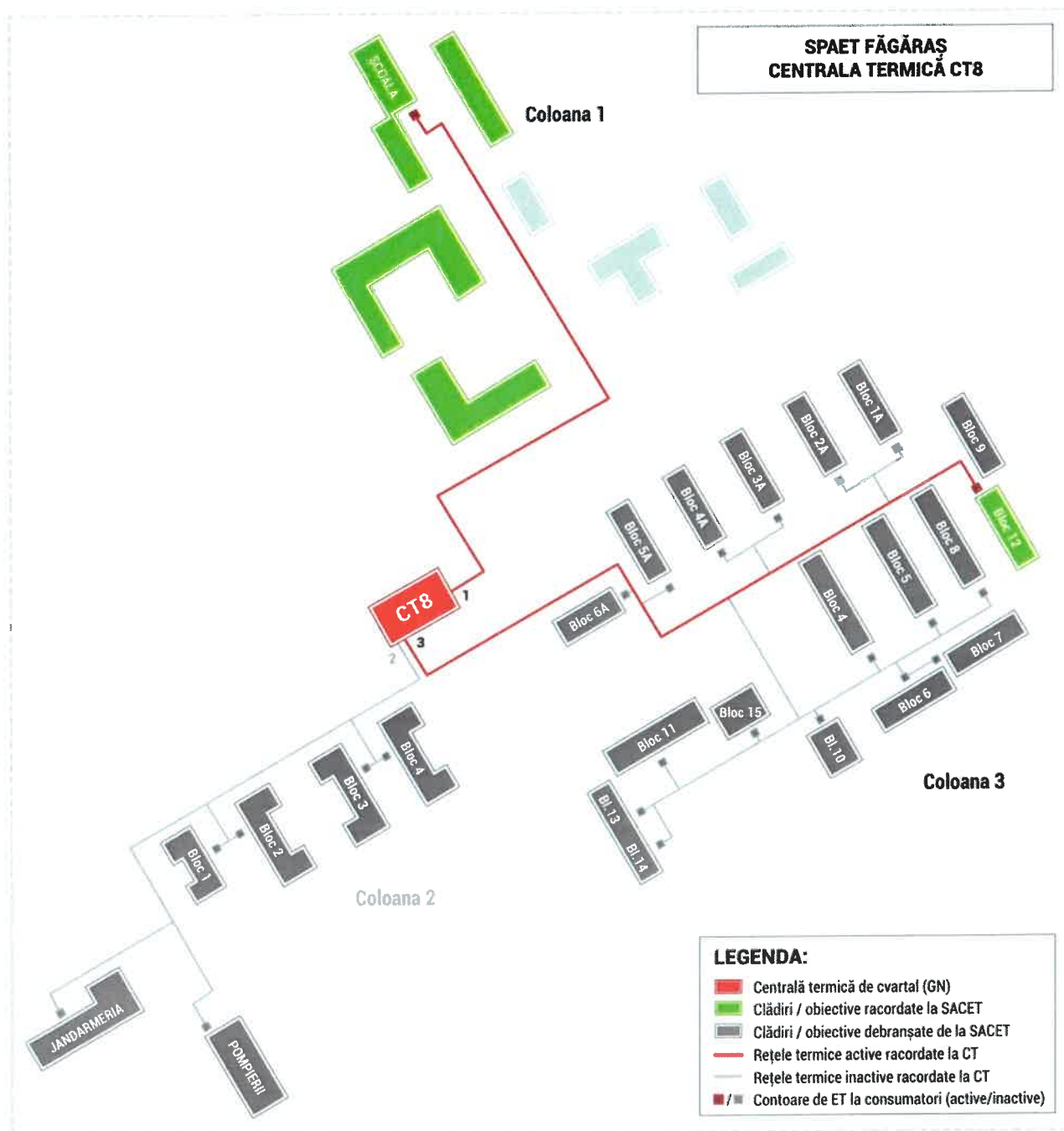


Fig. 2.34. CT 8 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați



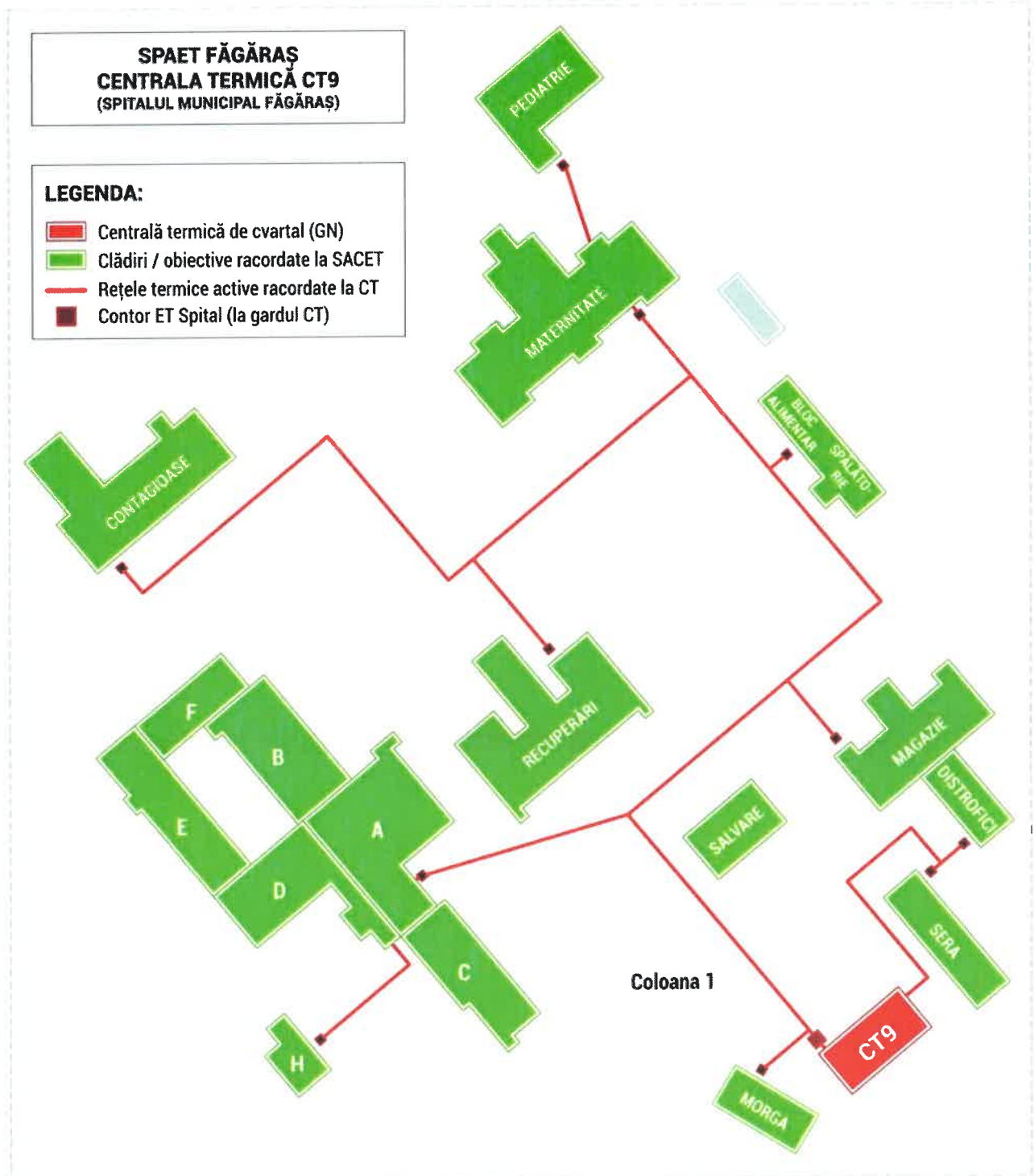


Fig. 2.35. CT 9 - Schema rețelei de distribuție racordate, cu indicarea consumatorilor branșați (Spitalul Municipal Făgăraș)



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 sezonului 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).

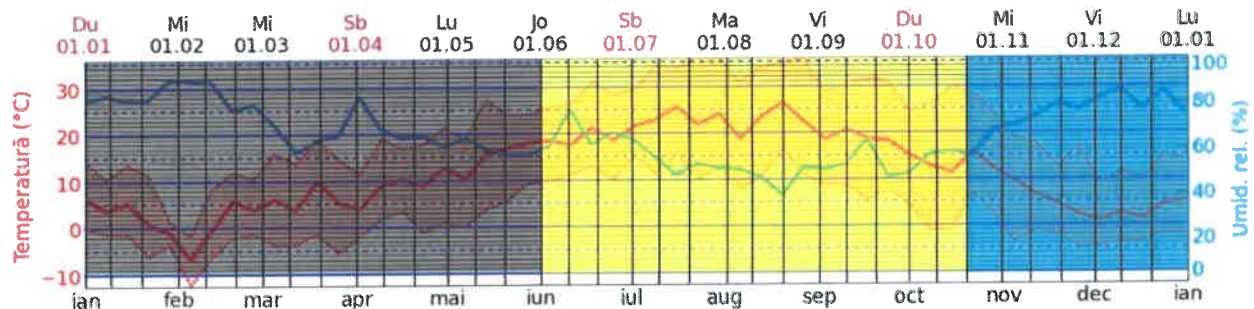
Perioada de referință a bilanțului termooenergetic a fost stabilită la nivelulul intervalului **06.2023 – 05.2024**, pentru care s-au centralizat datele de operare și de exploatare, furnizate de operator.

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.

Făgăraș

45.85°N, 24.97°E (420 m dNM)
Model: NEMSGLOBAL, 2023-01-01 / 2024-01-01 (366 zile)

meteoblue



Model: NEMSGLOBAL, 2024-01-01 / 2024-07-11 (193 zile) Sezon cald Sezon rece În afara anului de referință

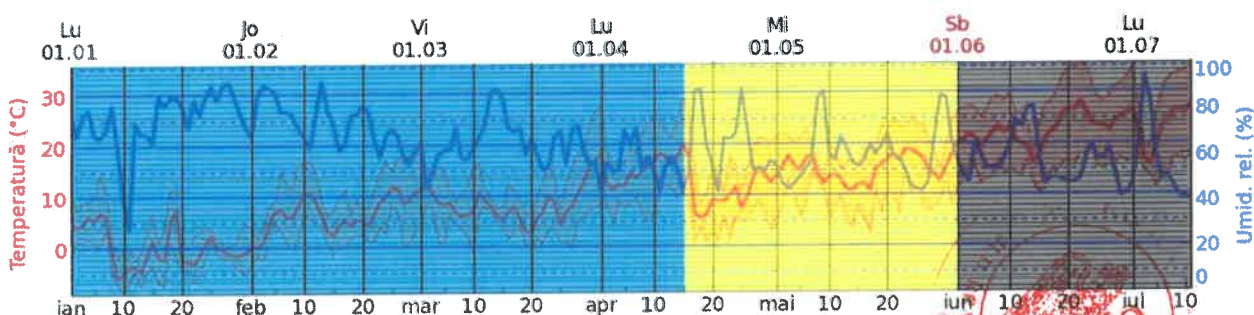


Fig. 3.1. Temperaturi medii zilnice / lunare în Mun. Făgăraș, în anul de referință (06.2023 – 05.2024)

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 termoenergetic 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 bransament/consumator.

Pentru elaborarea bilanțurilor termoenergetice 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 WEG 06319

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.

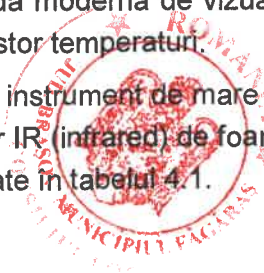
Pentru măsurătorile efectuate la cazanele de apă caldă din centralele termice de cvartal, auditorul energetic a utilizat analizorul de gaze de ardere multifuncțional TESTO 300XXL, respectiv camera de termoviziune FLIR ThemaCAM E45, prezentate în sub-capitolele 4.1 și 4.2.

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 (infraroșu) de foarte mare sensibilitate. Caracteristicile tehnice și clasa de precizie sunt prezentate în tabelul 4.1.



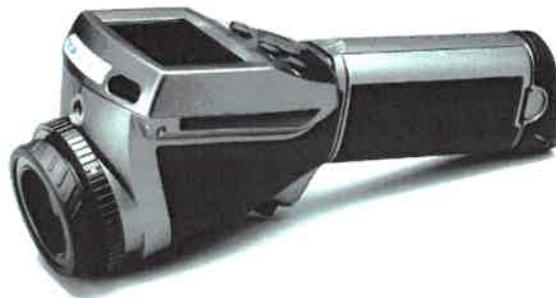


Fig. 4.2. Camera de termoviziune ThermaCAM™ E45

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

Field of view/min focus distance	Interchangeable; 19° x 14° / 0.3 m, 9° x 7° / 1.2m or 34° x 25° / 0.1m
Thermal sensitivity	0.1° C at 25° C
Detector type	Focal plane array (FPA) uncooled microbolometer 160 x 120 pixels
Spectral range	7.5 to 13μm
Image Presentation	
Display	Color LCD, 320 x 240 pixels in IR image
Image Controls	Palettes (Iron, Rainbow, B/W, B/W inv), Level, Span Auto adjust (continuous/manual)
Measurement	
Temperature ranges	-20° C to +250° C (-4° F to +482° F) (standard) +250° C to +900° C (+482° F to +1,652° F) (optional)
Accuracy	± 2° C or ± 2% of absolute temperature in °C
Measurement modes	1 movable spot, area max, area min, area average, color alarm above or below
Set-up controls	Date/time, Temperature units °C/°F, Language (English, Spanish), Scale, Info field, LCD intensity (high/normal/low)
Measurement corrections	Reflected ambient. Automatic, based on user-input
Image Storage	
Digital storage functions	Freeze, Standard Calibrated JPEG images, Delete all images, Delete image, Open
Image storage capacity	Approx. 200 Calibrated JPEG Images with image gallery
Laser LocatIR	
Classification	Class 2
Type	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;
- CO₂ ardere;
- CO₂ mediu ambiant;
- NO (0 ... +3000 ppm);
- SO₂;



- CH₄;
- O₂ (0 ... +20 Vol. %O₂);
- 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 termoenergetic, 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 Nm^3/h , iar q este puterea calorifică inferioară a combustibilului, în kJ/Nm^3 ;

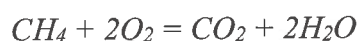
➤ **Căldura introdusă cu aerul de ardere:**

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

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

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

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 $22,42 \text{ Nm}^3/\text{kmol}$ 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 α , 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^3/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:



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

unde:

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

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

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

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

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

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

În 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, [kJ/Nm ³ ·°C]	
	t = 100 °C	t = 200 °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:

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

unde:

- S_i este suprafața peretelui considerat, în m²;
- α_i este coeficientul de transmisie a căldurii, prin convecție naturală, de la perete la aerul înconjurător, în W/m²·°C;
- t_{pi} este temperatura peretelui, în °C;
- t_o este temperatura aerului ambiant, în °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 λ este coeficientul de conductibilitate termică al fluidului [W/m·°C], la temperatura sa medie:

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

unde:

- t_{pi} este temperatura peretelui pe fața exterioară;
- t_o 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;
- β – coeficientul de dilatare volumică al aerului, în $1/^\circ\text{C}$;
- g – accelerația gravitațională, în m/s^2 ;
- ν – vâscozitatea cinematică a aerului, în m^2/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, $C_0 = 5,76 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$;
- ε – 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;

β – 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 :

α_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 nesemnificativă, 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;

λ_{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:

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

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

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

α_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):

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

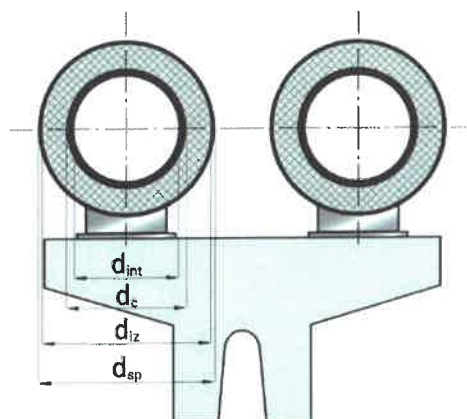


Fig. 5.1. Secțiune transversală de conducte preizolate pozate aerian

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:

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

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

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

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

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:

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

S - secțiunea transversală, în m^2 ;

P - perimetrul secțiunii, în m;

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

α_{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 λ_{sol} depinde de natura, umiditatea și temperatura terenului. În tab. 5.6 se indică o serie de valori pentru λ_{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 că 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;

β - 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·grad/kcal];

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

Tipul terenului	λ_{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:

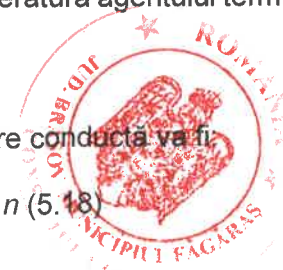
t_1, t_2, \dots, t_n sunt temperaturile agenților termici transportați, în °C;

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 λ_{sol} depinde de natura, umiditatea și temperatura terenului. În tab. 5.6 au fost indicate o serie de valori pentru λ_{sol} . În calculul pierderilor tehnologice pe rețelele termice de transport și distribuție, prezentate în capitolul 6, s-a stabilit pentru λ_{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:

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

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

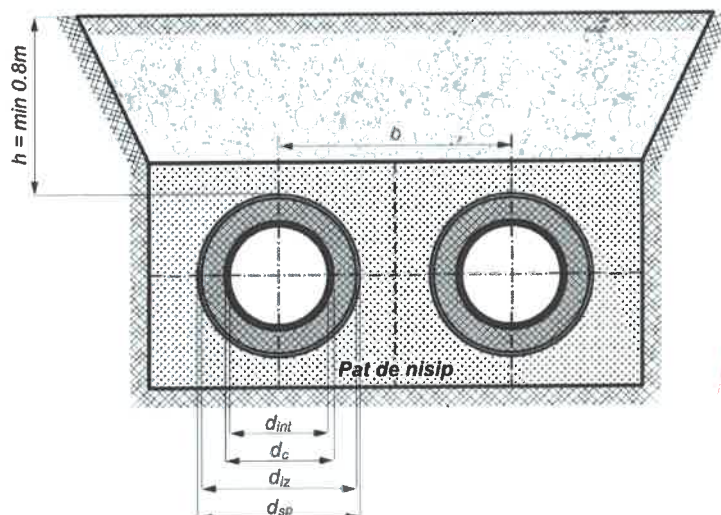


Fig. 5.2. Secțiune transversală de conducte preizolate montate îngropat direct în pământ

6. BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL

6.1. Bilanțul termoeenergetic 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 termoeenergetice 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 termoeenergetic 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 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. 6.1. Ecuații de ardere pentru cazanul C1

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

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

Încărcare cazan	52,41%	57,65%	55,03%
Coeficient de exces de aer α	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 ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /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 ³]	35,1	35,1	35,1
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2247,7	2478,1	2366,7
Volum de aer de ardere real [m ³]	3086,0	3392,6	3237,7
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2483,7	2738,3	2615,2
Volum de gaze de ardere real [m ³]	3322	3653	3486
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	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															
Perete frontal															
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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 C1 - CT 1										[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:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		52,4%	57,7%	55,0%
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%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	57,14	57,98	57,95
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		52,4%	57,7%	55,0%
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%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,62	0,70	0,68
	[%]	1,1%	1,2%	1,2%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	56,52	57,28	57,28
	[%]	98,9%	98,8%	98,8%
Randamentul brut al instalației η		98,9%	98,8%	98,8%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		93,6%	93,4%	93,4%

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

Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		
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
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		
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 ΔQ	kWh	185,11
	%	1,16
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	kWh	15839,62
	%	98,85
Randamentul brut al instalației η		98,85%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		93,47%

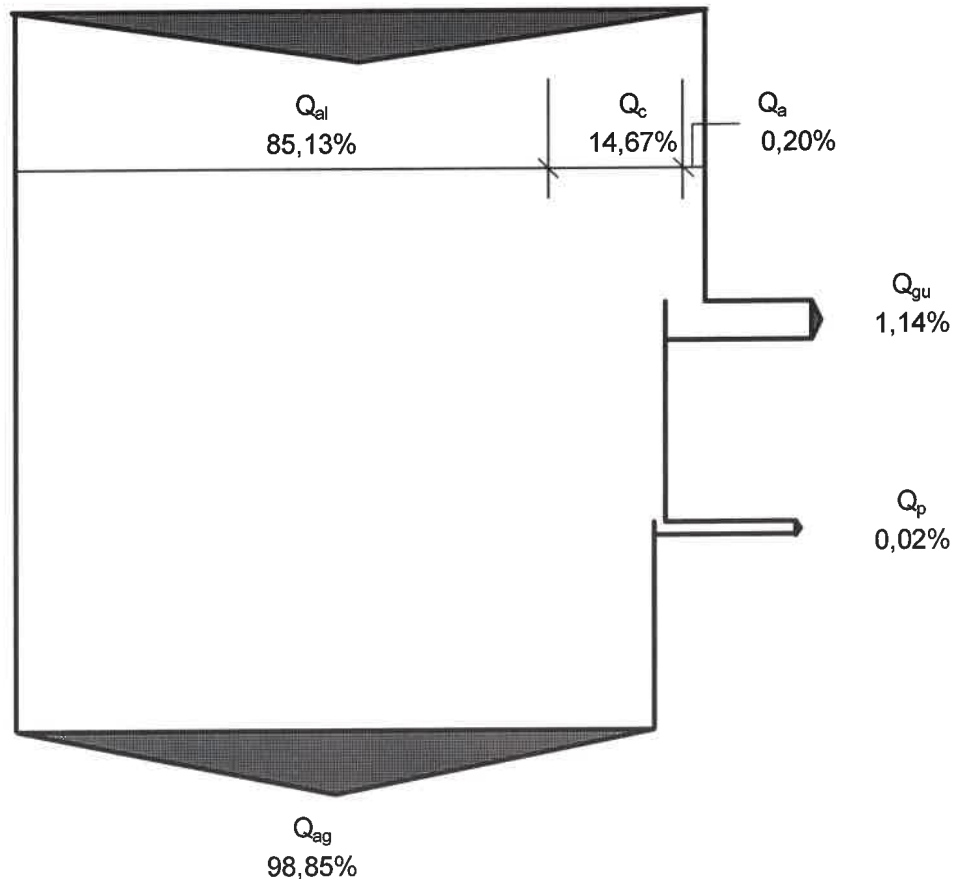


Fig. 6.1. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C1 – CT1

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 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. 6.6. 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

Încărcare cazan	47,17%	55,03%	57,65%
Coeficient de exces de aer α	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 ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /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 ³]	39,2	39,2	39,2
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2014,3	2353,4	2466,7
Volum de aer de ardere real [m ³]	2528,0	2939,4	3076,0
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2225,8	2600,5	2725,7
Volum de gaze de ardere real [m ³]	2739	3186	3335
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	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														
Perețe frontal														
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	λ	α	S	Qpc	Qpr
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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				
Perețe spate vertical														
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	λ	α	S	Qpc	Qpr
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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				
Perețe lateral cilindric														
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	λ	α	S	Qpc	Qpr
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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				
Perețe superior orizontal														
Zone de temperatura egală	tp	t0	tm	l	n	Gr	Pr	Gr*Pr	Nu	λ	α	S	Qpc	Qpr
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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 C3 - CT 2										[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:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		47,2%	55,0%	57,7%
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%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	57,06	57,91	57,95
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		47,2%	55,0%	57,7%
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%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,54	0,64	0,67
	[%]	0,9%	1,1%	1,2%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	56,52	57,28	57,28
	[%]	99,1%	98,9%	98,8%
Randamentul brut al instalației η		99,1%	98,9%	98,8%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		94,0%	93,8%	93,8%

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

Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		
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
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		
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 ΔQ	kWh	170,83
	%	1,07
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	kWh	15839,62
	%	98,93
Randamentul brut al instalației η		98,93%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		93,85%

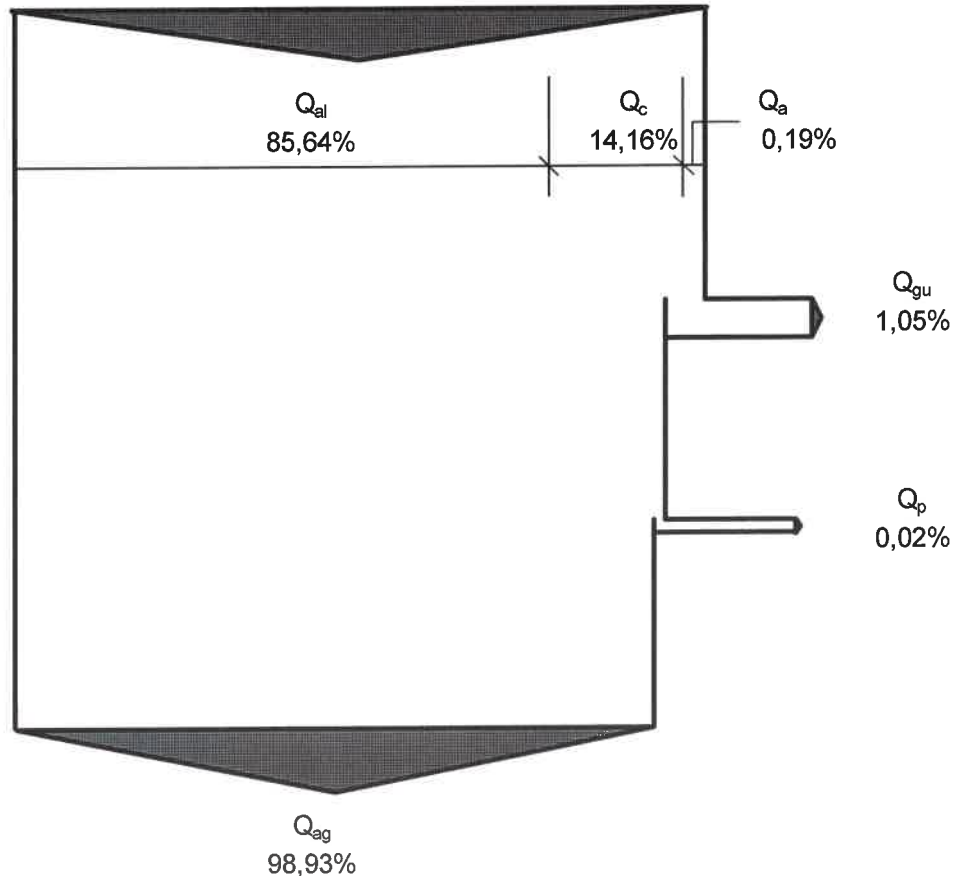


Fig. 6.2. Diagrama Sankey pentru bilanțul real orar al cazanului C3 – CT2

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 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. 6.11. Ecuații de ardere pentru cazanul C3

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

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

	49,79%	52,41%	56,60%
Încărcare cazan	49,79%	52,41%	56,60%
Coeficient de exces de aer α	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 ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /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 ³]	31,9	31,9	31,9
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2124,8	2246,7	2430,5
Volum de aer de ardere real [m ³]	2838,7	3008,3	3249,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2347,9	2482,6	2685,7
Volum de gaze de ardere real [m ³]	3062	3244	3505
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	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	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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	16,778	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	λ	α	S	Qpc	Qpr	
	[°C]	[°C]	[°C]	[m]	[m ² /s]					[W/m·°C]	[W/m ² ·°C]	[m ²]	[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	