

HOTĂRÂREA nr. 224 **din 28.05.2020**

privind aprobarea Bilanțului energiei termice pentru Societatea CALORGAL S.A. Galați

Inițiator: Primarul Municipiului Galați, Ionuț-Florin PucEANU

Numărul și data depunerii proiectului de hotărâre: 267/22.05.2020

Consiliul Local al Municipiului Galați, întrunit în Ședință Ordinară în data de 28.05.2020;

Având în vedere Referatul de aprobare nr. 87697/22.05.2020 al inițiatorului - Primarul Municipiului Galați, Ionuț-Florin PucEANU;

Având în vedere Raportul comun de specialitate nr. 87701/22.05.2020 al Direcției Financiar Contabilitate și al Direcției Servicii Comunitare de Utilități Publice;

Având în vedere avizul Comisiei pentru servicii publice, gospodărie comunală, comerț și privatizare;

Având în vedere Adresa nr. 72134/20.08.2019 a Autorității Naționale de Reglementare în Domeniul Energiei;

Având în vedere Adresa nr. 9256/23.08.2019 a Societății Calorgal S.A. Galați;

Având în vedere dispozițiile art. 35 alin. (1) lit. e) din Legea nr. 325/2006 privind serviciul public de alimentare cu energie termică, republicată, cu modificările și completările ulterioare;

Având în vedere dispozițiile art. 129 alin. (1) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2019 privind Codul Administrativ, cu modificările și completările ulterioare;

În temeiul art. 139 alin. (1) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2019 privind Codul Administrativ, cu modificările și completările ulterioare,

HOTĂRĂȘTE:

Art. 1 – Se aprobă Bilanțul energiei termice pentru Societatea CALORGAL S.A. Galați, pentru trimestrul IV 2018 – trimestrul I 2019, prevăzut în anexa care face parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art. 2 – Primarul Municipiului Galați se împuternicește cu ducerea la îndeplinire a prevederilor acestei hotărâri.

Art. 3 – Secretarul General al Municipiului Galați va asigura transmiterea și publicitatea prezentei hotărâri.

Președinte de ședință,

*Contrasemnează,
Secretar General,*

STUDIU PRIVIND INDICATORII DE EFICIENȚA ENERGETICĂ LA CENTRALELE TERMICE CU REȚELE TERMICE SECUNDARE MODERNIZATE

Beneficiar:
SC CALORGAL SA Galati

Auditor energetic autorizat clasa I:

COMAN GELU, Autorizație nr. 591 din 16.06.2017 (Termoenergetic)



A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive 'G' followed by a long, sweeping horizontal stroke.

CUPRINS

1. Necesitatea efectuării studiului	2
2. Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor din CT6 (PT P2 Port)	4
2.1 Marimi masurate la cazanele din CT6 (PT P2 Port)	4
2.2 Mărimi calculate la CT6 (PT P2 Port)	5
2.3. Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor la CT6 (PT P2 Port)	10
2.7. Componentele bilanțului termoeenergetic real CT6	11
3. Bilanț termoeenergetic real la rețelele termice secundare racordate în CT6 (PT P2 Port)	13
3.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT6	13
3.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la rețelele termice secundare racordate în CT6 (PT P2 Port)	14
3.3 Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic) la rețelele termice secundare racordate în CT6 (PT P2 Port)	15
3.4. Bilanț termoeenergetic real rețele termice din CT6	17
4. Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor din CT7 (CT 7 Micro 39)	19
4.1 Marimi masurate la cazanele din CT7 (CT 7 Micro 39)	19
4.2 Mărimi calculate la CT7 (CT 7 Micro 39)	20
4.3. Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor la CT7 (CT 7 Micro 39)	25
4.4 Componentele bilanțului termoeenergetic real CT7	25
5. Bilanț termoeenergetic real la rețelele termice secundare racordate în CT7 (CT 7 Micro 39)	27
5.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT7	27
5.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la rețelele termice secundare racordate în CT7 (CT 7 Micro 39)	28
5.3 Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic) la rețelele termice secundare racordate în CT7 (CT 7 Micro 39)	28
5.4 Bilanț termoeenergetic real rețele termice din CT7	29
6. Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor din CT8 (CT 33 Micro 19)	31
6.1 Marimi masurate la cazanele din CT8 (CT 33 Micro 19)	31
6.2 Mărimi calculate la CT8 (CT 33 Micro 19)	32
6.3 Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor la CT8 (CT 33 Micro 19)	37
6.4 Componentele bilanțului termoeenergetic real CT8	37
7. Bilanț termoeenergetic real la rețelele termice secundare racordate în CT8 (CT 33 Micro 19)	39
7.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT8	39
7.2 Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la rețelele termice secundare racordate în CT8 (CT 33 Micro 19)	40
7.3 Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic) la rețelele termice secundare racordate în CT8 (CT 33 Micro 19)	40
7.4 Bilanț termoeenergetic real rețele termice din CT8	41
8. Bilanț termoeenergetic real pe subconturul format din centralele cu rețele termice modernizate CT 6, CT 7 și CT8	43
9. Bilanț termoeenergetic real contur general centrale modernizate și nemodernizate	45
10. Pierderile tehnologice de energie termică contur general centrale modernizate și nemodernizate	46
11. CONCLUZII	47
12. ANEXE	48

STUDIU PRIVIND INDICATORII DE EFICIENTA ENERGETICA LA CENTRALELE TERMICE CU RETELE TERMICE SECUNDARE MODERNIZATE

1. Necesitatea efectuării studiului

Acest studiu, privind indicatorii de eficiența energetică la centralele termice cu rețele termice secundare modernizate, a fost realizat la solicitarea SC Calorgal SA și vine în completarea Raportului de audit termooenergetic, realizat conform contractului nr 6980/17.05.2019.

Necesitatea efectuării acestui studiu constă în evidențierea performanțelor energetice a rețelelor secundare reabilitate termic și impactul investițiilor realizate asupra reducerii pierderilor de energie prin apa de adaos și transfer termic în mediul ambiant.

Studiul s-a efectuat pe un subcontur format din trei centrale termice modernizate (CT P2 PORT, CT 7 MICRO 39 și CT33 Micro 19) și rețelele termice racordate la aceste trei centrale. Pe acest subcontur s-au realizat bilanțuri energetice reale la cazane și la rețelele termice secundare. S-au evidențiat în studiu randamentele termice reale la cazane și la rețelele termice secundare precum și performanțele termice superioare ale rețelelor modernizate față de rețelele termice nemodernizate din conturul analizat în lucrarea de audit.

Subconturul format din cele cinci centrale și rețele termice analizat în auditul termooenergetic este completat cu subconturul centralelor și rețelelor modernizate astfel încât la sfârșitul studiului sunt prezentați parametri de eficiență energetică pe întreg conturul.

Consumul de gaze naturale din conturul analizat (cele 8 centrale termice) este de 621.18 tep și reprezintă 51.2% din consumul total înregistrat de SC Calorgal SA în trimestrul IV din anul 2018 și trimestrul I din anul 2019.

Centralele termice din conturul de bilanț au în componența 6 cazane de apă caldă și furnizează numai agent termic pentru încălzire la blocuri de locuit conform Tabelului 1.

Tabelul 1

Nr crt	Centrala termica	Numar apartamente racordate	Categorie CT (modernizat/nemodernizat)	Categorie rețele termice (modernizat/nemodernizat)
1	CT 7 Micro 39	195	Modernizat	Modernizat
2	PT P 2 Port	538	Modernizat	Modernizat
3	CT33 Micro 19	542	Modernizat	Modernizat

Cazanele utilizează combustibil gaze naturale. Centralele termice a fost modernizate montându-se cazane de apă caldă construcție THERMOSTAHL tip ENERSAVE, cu puteri de 232kW, 349 kW și 931 kW. Cazanele de apă caldă model THERMOSTAHL tip ENERSAVE sunt echipamente noi, moderne, de înaltă tehnologie, caracterizate prin randamente ridicate, temperaturi reduse ale gazelor de ardere și emisii reduse de noxe.

Cazanele din componenta centralelor au aceleasi caracteristici tehnice cu cele analizate in conturul general din lucrarea de audit efectuata la SC Calorgal SA Galati si sunt prezentate in Tabelul 2.

Tabelul 2

Nr. crt.	Parametrii nominali	Simbol	UM	Valoare		
				4	5	6
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea termică utilă	P_u	kW	232	349	931
2.	Temperatura maximă a apei calde la ieșirea din cazan	t_a	°C	110	110	110
3.	Presiunea maximă a apei în cazan	p	bar	4	4	4
4.	Pierdere de presiune pe circuitul de gaze arse	Δp	mmH ₂ O	10-20	20-30	30-40
5.	Temperatură gaze de ardere evacuate la coș	t_{ga}	°C	180	180	180
6.	Temperatura maximă a pereților exteriori	t_m	°C	35	35	35
7.	Temperatură maximă a plăcilor	t_p	°C	50	50	50
7.	Diferență temperatură tur-retur	Δt	°C	15-20	15 - 20	15 - 20
8.	Combustibil utilizat	-	-	gaze naturale		
9.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1,1 – 1,2	1,1-1,2	1,1-1,2
10.	Randament minim garantat	η	%	93	93	93
11.	Capacitate totală	V	litri	427	607	1052
12.	Masa netă	m	kg	747	885	2510

Centralele termice analizate au fost prevazute cu pompe de circulatie tur-retur tip Wilo cu convertizor de frecventa si schimbatoare de caldura in placi. Retelele primare din cadrul centralelor termice au fost izolate termic.

2. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT6 MARIMI MASURATE LA CAZANELE DIN CT6 (PT P2-PORT)

2.1 Marimi masurate la cazanele din CT6

În Tabelul 3 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT6.

Tabelul 3

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					Cazan1	Cazan 2
0	1	2	3	4	5	6
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	5.2	6.1
			CO ₂	%	8.8	8.3
			CO	ppm	50	19
			N ₂	%	85.9	85.5
			NO	ppm	33	53
			NO _x	ppm	34	55
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	91.7	94.6
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	182	119
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mmbar	0.01	0.01
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.33	1.41
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	18.3	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	53	54
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91	95
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95	97
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _{ur} t _t	°C	69	69
			retur t _r	°C	60	60
11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	13.73	16.77
				kWh/h	141.41	172.73
12.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	
14.	Debit apă cazan	debitmetru	D _a	m ³ /h	12.01	14.64
15.	Pres.barometrică	barometru	p _b	mmHg	755	
16.	Umiditate relativă	psihrometru	UR	%	75	

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT6-tabelul 4

Tabelul 4

Nr	Perioada	Energie	Energie	Apa de	Temperatura	Temperatura	Timp
----	----------	---------	---------	--------	-------------	-------------	------

crt		termica produsa [Gcal]	termica facturata [Gcal]	adaos [mc]	iesire CT		consumator		funct. [ore]
					t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	
1	Dec.	90.19	62.195	110	60	49	54	47	2232
2	Ian.	275.45	189.95	51	59	49	54	48	
3	Feb	165.46	114.1	9	60	45	53	44	
4	Mar	72.95	50.309	0	60	47	54	46	
5	Apr	0	0						

2.2 Mărimi calculate

În Tabelul 5 sunt prezentate mărimile calculate conform relațiilor din Capitolul 3.2 din lucrarea de audit.

Tabelul 5

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	C1	C2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorică inferioară a g.n.	H _i	kJ/Nm ³	37080		Cf. analiza cromatografică Anexa 10 din audit
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm ³	0.73		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L _{min}	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	9.447		Calculat la pct. 3.3.3*
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm ³ g.n.	L	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	12.56	13.32	Calculat la pct. 3.3.4*
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V ^o _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	10.44		Calculat la pct. 3.3.5*
6.	Volumul real al gazelor de ardere	V _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	13.55	14.31	Calculat la pct. 3.3.6*
7.	Entalpia gazelor de	i _{o2}	kJ/Nm ³	231.85	235.91	Calculat la pct. 3.3.7*
		i _{co2}		308.73	305.61	

	ardere	i_{CO}		227.29	220.02	
		i_{N_2}		226.76	230.68	
		i_{ga}		227.04	220.97	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i_{gn}	kJ/Nm^3	11.71	11.71	Tabele Kuzman Raznjevic
9.	Entalpia aerului de combustie	i_{aer}	kJ/Nm^3	23.22	23.22	Tabele Kuzman Raznjevic
10.	Căldura specifică a apei	c_{atur}	kJ/kg.grd	4.194	4.193	Calculat la pct. 3.3.10*
		c_{aretur}		4.189	4.188	
11.	Coefficientul excesului de aer	λ	-	1.33	1.41	Măsurat

Obs: * marimile au fost calculate conform relatiilor din Capitolul 3.2 din lucrarea de audit.

Componentele bilanțurilor termoenergetice reale pentru CT6 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, in Tabelul 6:

Tabelul 6

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan 1		Cazan 2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	509057.56	99.19	622181.47	99.14
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B \times i_{gn}$	160.78	0.031	196.38	0.031
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L_{min} \cdot i_{aer} \cdot B$	4005.7	0.78	5186.9	0.83
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	513224.04	100	627564.75	100
MĂRIMI IEȘITE							
1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	452663.6	88.2	551629.41	87.9
2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{ga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga}$	42238.34	8.23	53029.22	8.45

3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$	0	0	0	0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	14883.49	2.9	20082.07	3.2
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	3438.6	0.67	2824.04	0.45
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	513224.04	100	627564.75	100

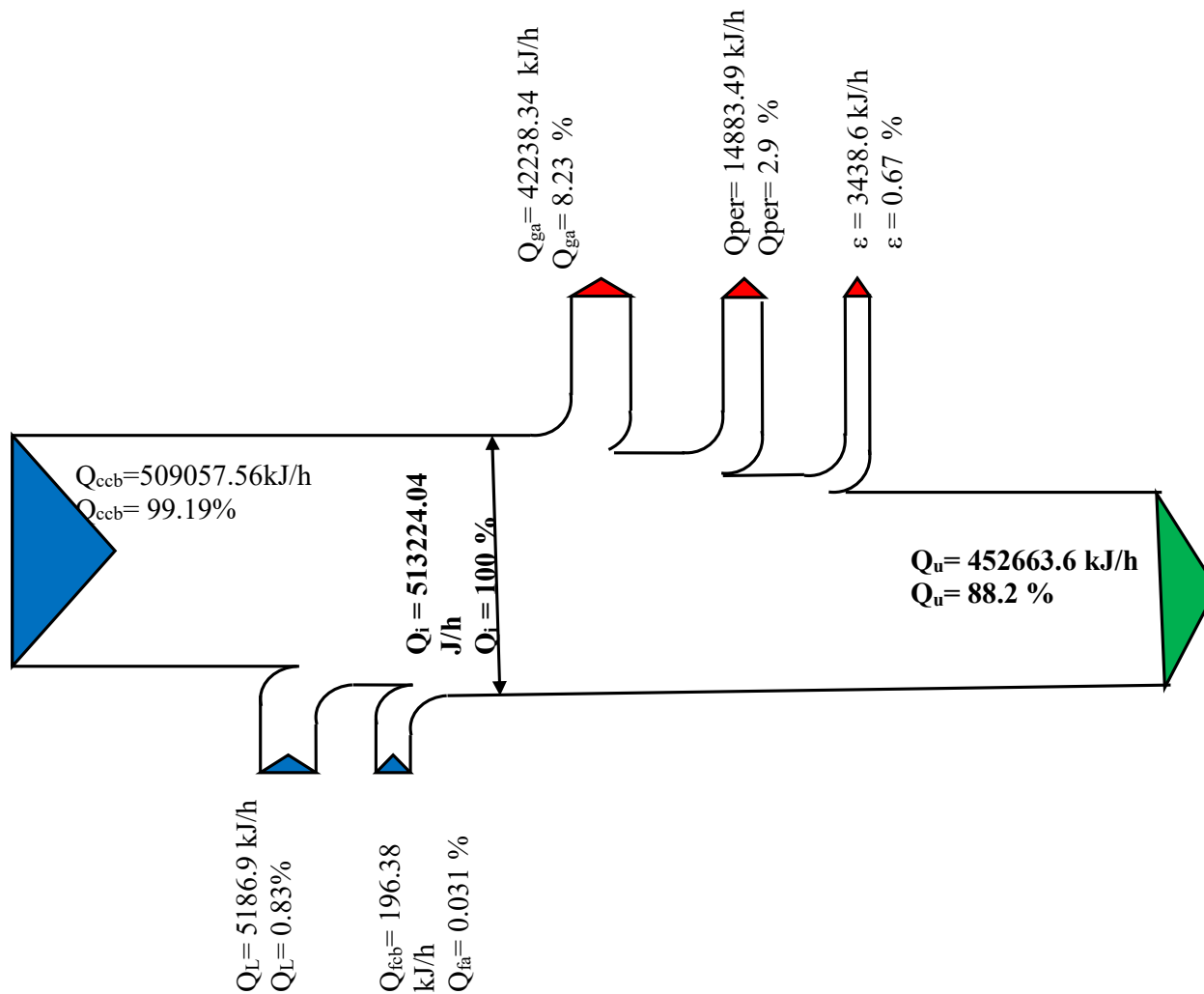


Figura 1 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT6

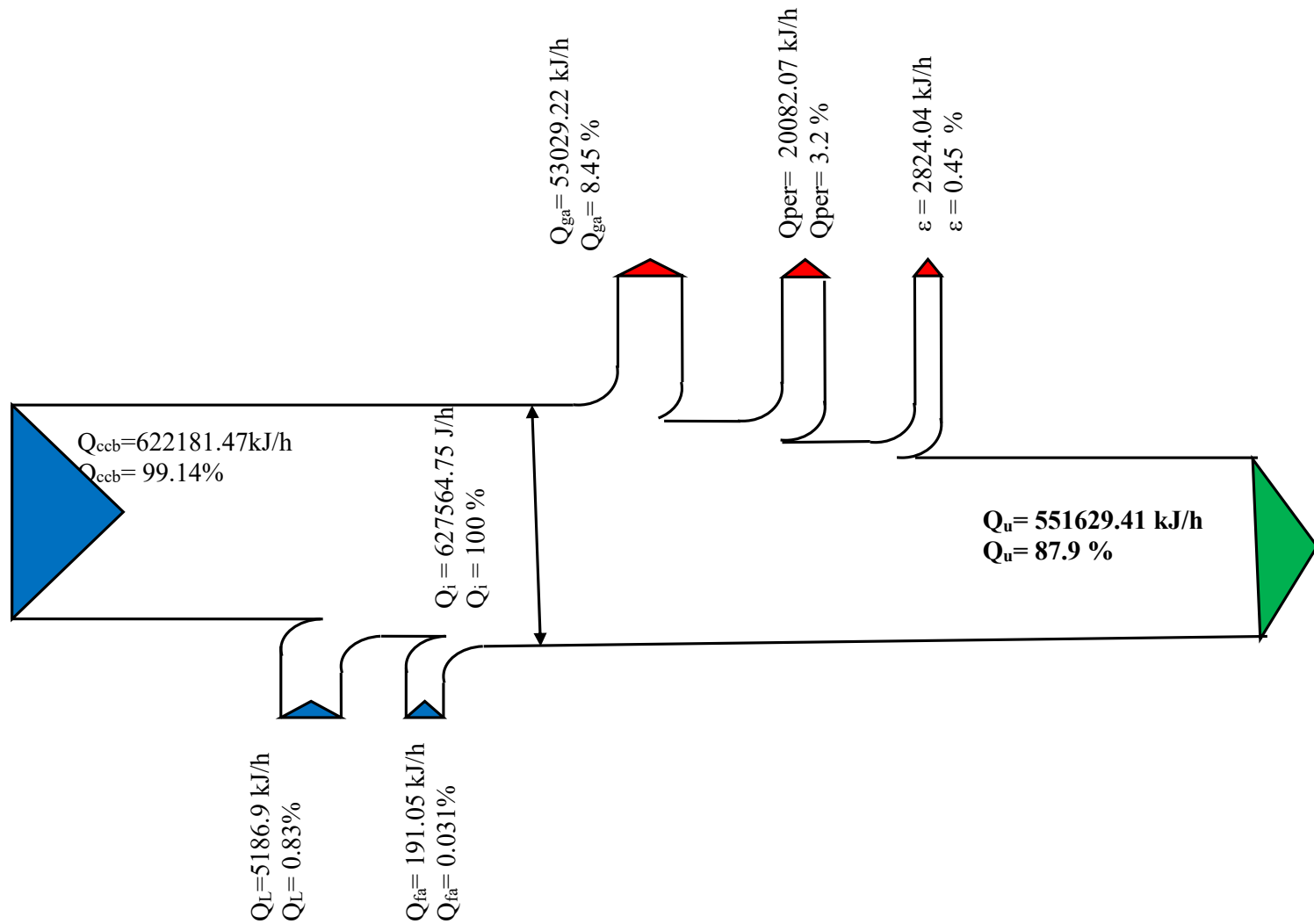


Figura 2 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT6

2.3.Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor din CT6

Indicatorii reali de eficiență energetică caracterizează gradul de economicitate și de siguranță în funcționarea cazanelor pe o perioadă de timp determinată.

Analiza indicatorilor reali de eficiență energetică permite determinarea abaterilor de la regimul de funcționare stabilit prin proiect, cât și nivelul economicității și rentabilității în funcționarea cazanelor.

Randamentul termic brut (η_{tb})

Randamentul termic brut al cazanelor reprezintă un indice calitativ pentru caracterizarea funcționării acestora.

$$\eta_{tb} = Q_u / (Q_i - Q_{fcb} - Q_L) \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

Randamentul termic de exploatare (η_{te})

Randamentul termic de exploatare (η_{te}) al cazanului reprezintă un indice calitativ pentru caracterizarea funcționării acestuia.

$$\eta_{te} = Q_u / Q_i \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

Consumul specific de combustibil (c_b)

Consumul specific de combustibil este un indicator de eficiență energetică cantitativ.

$$C_b = (B \times H_i) / 7300 \cdot Q_u \quad [\text{kgcc/Gcal}] \quad (3)$$

sau

$$c_b = (B \times H_i) / \eta \cdot Q_i \quad [\text{kJ}_{\text{comb}}/\text{kJ}_{\text{căldură}}] \quad (4)$$

În Tabelul 7 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele doua cazane de apă caldă din CT6.

Tabelul 7

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	UM	Valoare	
				Cazan 1	Cazan 2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	%	88.9	88.6
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	%	88.2	87.9
3.	Consumul specific de combustibil	c_b	kgcc/Gcal	173.69	181.53
			Nm ³ /Gcal	126.8	127.07
			kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.124	1.127

2.7. Componentele bilanțului termoeenergetic real CT6

Conturul de bilanț pe total CT6 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT 6, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componetele bilanțului termoeenergetic real pe CT6 sunt prezentate în Tabelul 8 .

Tabelul 8

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1	Energia intrată în CT6 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie)	Q_i	1140788.79	100
2.	Energie produsă în CT6	Q_u	1004236.37	88.03
3.	Pierderi în CT6, din care:	Q_p	135411.63	11.87
4	- prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	-	-
5	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	95255.86	8.35
6	- prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q_{per}	34965.18	3.065
7	- prin transfer termic în mediul ambiant (conducte de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	5190.59	0.455
8	Pierderi de căldură prin transfer masiv	Q_m	-	-
9	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	114.08	0.01
Indicatori de eficiență energetică				
10.	Randament CT6	η_{CT}	-	88.03

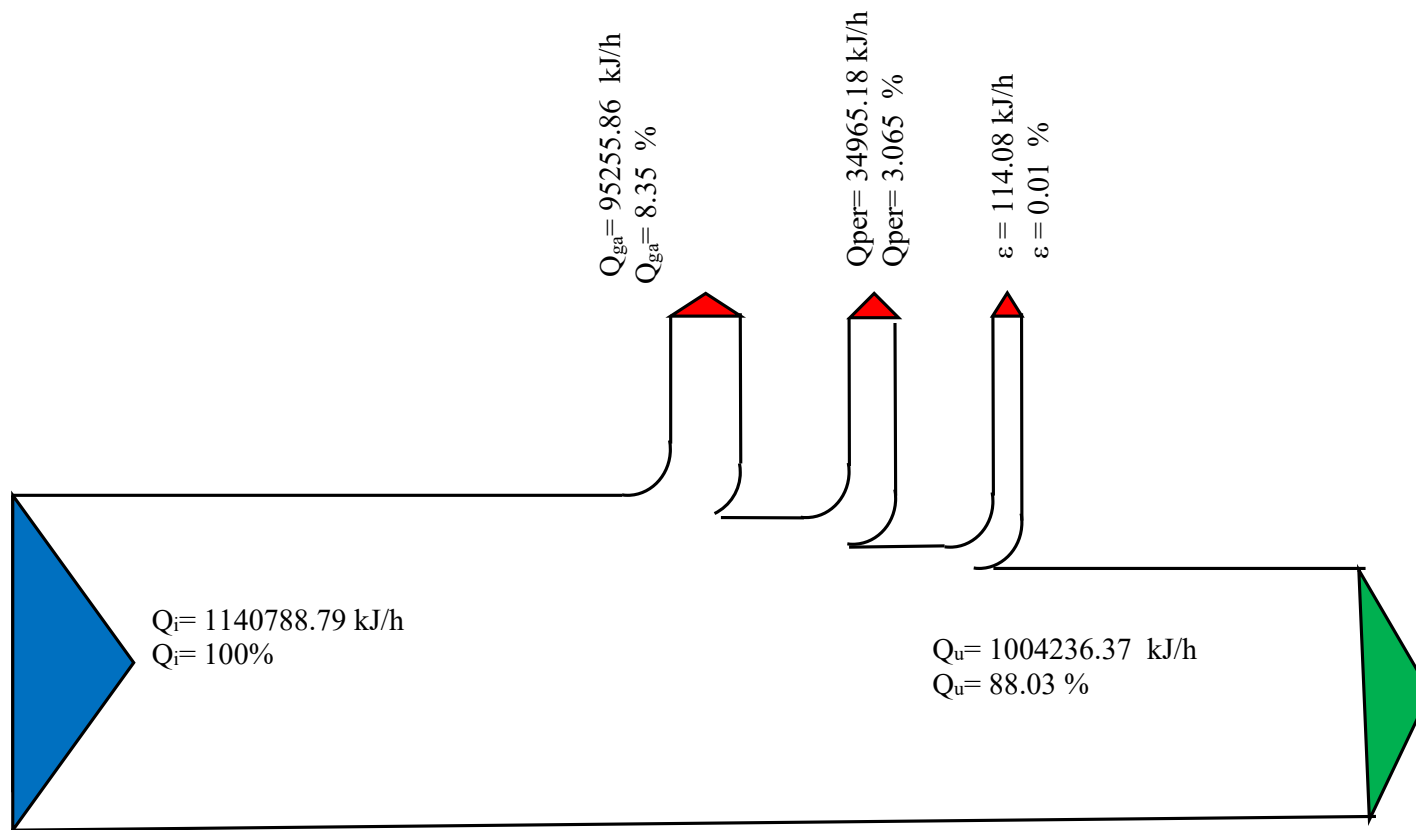


Figura.3 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la cazanele din CT6

3. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 6 (PT-P2 PORT)

3.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT6

Rețelele termice secundare racordate la CT6 au fost reabilitate termic. Astfel au fost montate tevi preizolate termic cu spuma poliuretanică și manta de protecție. Diametrul tevilor a fost redimensionat pentru numărul de consumatori prezentați din figura 4. Din traseul total al rețelelor secundare racordate la CT 6 au rămas doar cele marcate cu linie roșie.

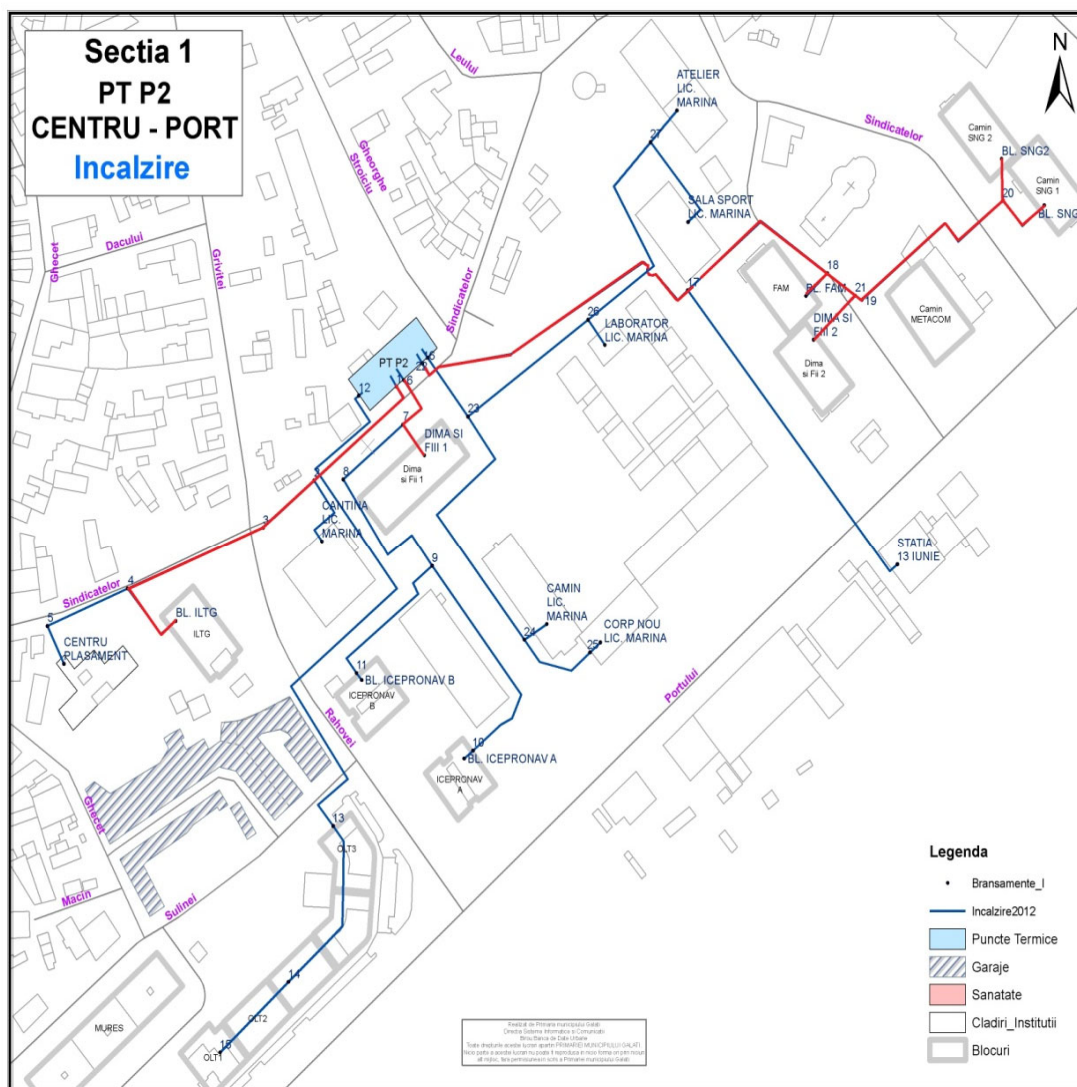


Figura 4 Traseul rețelelor secundare racordate la CT 6

3.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic

3.2.1. Calculul pierderilor de căldură în rețele termice montate îngropat în canale nevizitabile

Pierderile specifice de căldură (pentru 1 m liniar de conductă) printr-o conductă preizolată termic montată în sol se calculează cu relația:

$$q = k \cdot (t_m - t_{sol}) / (1 + K \cdot R_{sol}) [W/m] \quad (5)$$

în care:

t_m [$^{\circ}C$] - temperatura medie a agentului termic ;

t_{sol} [$^{\circ}C$] - temperatura solului la adâncimea de pozare ;

t_{sol} [$^{\circ}C$] = + 5 $^{\circ}C$

k [$W/m \cdot K$] - coeficientul global de transmisie a căldurii:

$$k = 1 / \left(\frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_i} + \frac{1}{2\pi\lambda_m} \ln \frac{d_m}{d_e} \right) \quad (6)$$

în care:

λ_{iz} = 0.034 [$W/m \cdot K$] - conductivitatea termică a izolației;

λ_m = 0.055 [$W/m \cdot K$] - conductivitatea termică a mantalei de protecție a țevii;

d_{iz} [m] - diametrul termoizolației;

d_e [m] - diametrul exterior al conductei;

d_m [m] - diametrul exterior al mantalei de protecție;

$$R_{sol} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sol}} \ln \frac{4h}{d_m}$$

în care:

λ_{sol} [$W/m \cdot K$] - conductivitatea termică a solului;

h [m] - adâncimea de îngropare a conductei;

$\lambda_{sol} = 2 W/m \cdot K$

$h = 0.8 m$

3.2.2. Calculul pierderilor de căldură în rețele termice aeriene

Pierdere specifică de căldură printr-o conductă montată aerian se calculează cu formula:

$$q = \Delta t / R = (t_f - t_o) / (R_{iz} + R_{sp} + R_e) \quad (7)$$

unde:

t_f [$^{\circ}\text{C}$]- temperatura fluidului care circulă prin instalație;

t_o [$^{\circ}\text{C}$]- temperatura mediului ambiant;

R_{iz} , R_{sp} [mK/W] – rezistența termică la trecerea căldurii prin conductivitate prin stratul de izolație de bază și prin stratul de protecție;

R_e [mK/W] - rezistența termică la trecerea căldurii prin convecție de la suprafața exterioară a conductei izolate la mediul ambiant;

R [mK/W]- rezistența termică totală;

Pierderea totală de căldură printr-o conductă se calculează cu formula:

$$\Delta Q_{pR} = q \cdot L_c = q \cdot (KL + l) \quad (8)$$

unde:

q [W/m] – pierderea specifică de căldură (fluxul termic)

L_c [m]- lungimea de calcul (echivalentă) a conductei

K [$\text{W/m}\cdot\text{K}$]- coeficient care exprimă pierderile suplimentare de căldură prin elementele de susținere a conductei;

L [m] - lungimea geometrică a conductei

l [m] - lungime de conductă izolată care echivalează pierderile de căldură prin organele de închidere și prin îmbinări

În Tabelul 9 sunt prezentate pierderile specifice de caldura si pierderile orare de caldura la rețelele secundare conectate la CT6(PT P2 PORT).

Tabelul 9

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de caldura		Pierderi de caldura
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolatie [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]
					Tur	Retur	Tur+Retur
1.	Rețea termică îngropată și canal vizitabil	40	28	110	158.4	129.6	8064
2.		50	121	125	178.2	145.8	49204
3.		63	175	140	182.16	149.04	67960
4.		89	16	160	188.1	153.9	8472
5.		100	189	160	190.08	155.52	65303.28
6.	Total						203257.44

Pierderile de caldura prin transfer termic sunt $Q_{pR} = 203257.44 \text{ kJ/h} = 56.46 \text{ kWh} = 0.048 \text{ Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 20.23 % din energia livrata din CT6.

3.3 Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic)

Pierderile de căldură prin transfer masic se determină în funcție de cantitatea medie orară a apei de adaos în rețelele analizate și volumul acestora .

Relațiile de calcul sunt:

$$m_{pt} = a/100 V \quad [t/h] \quad (9)$$

unde:

m_{pt} [t/h]– pierderea medie orară de agent termic;
 a – pierderea masică de agent termic, medie anuală, exprimată în procente din volumul instalației în funcțiune, în %;
 V – volumul instalației în funcțiune (volumul rețelelor termice secundare, încălzire și apă caldă de consum)

$$V = \sum_{i=1}^n \Pi \cdot D_i^2 / 4 \cdot L_i \quad (10)$$

unde:

D_i – diametrul interior al tronsonului „i” de conductă, în m;
 L_i – lungimea tronsonului „i” de conductă, în m;

$$Q_{ptm}^h = m_{pt} [c_1 (t_T + t_R) / 2 - c_2 \cdot t_{aad}] \cdot 10^{-3} \quad [kJ/h] \quad (11)$$

unde:

t_T – temperatura agentului termic pe tur , în °C;
 t_R – temperatura agentului termic pe retur, în °C;
 t_{aad} – temperatura apei de adaos, °C;
 c_1 [kJ/kgK]– căldura specifică a apei calde, la temperatura medie a temperaturilor t_T și t_R ,

c_2 [kJ/kgK]– – căldura specifică a apei de adaos
 Q_{ptm}^h [kJ/h]– pierderi orare de căldură prin transfer masic.

$$Q_{ptm}^{an} = Q_{ptm}^h \cdot T \quad [kJ /an] \quad (12)$$

unde:

Q_{ptm}^{an} [kJ /an]– pierderi anuale de căldură prin transfer masic
 T – timpul anual de funcționare a instalației.

În Tabelul 10 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT6, pe lungimi și diametre.

Tabelul 10

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire		
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică ingropata si în canal vizitabil	40	28	0.14
2.		50	121	0.95
3.		65	175	2.18
4.		80	16	0.40
5.		100	189	5.93

În tabelul 11 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masic.

Date de calcul:
 $t_T=56\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $t_R=46\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $c_1=4.194\text{ kJ/kgK}$
 $c_2=4.189\text{ kJ/kgK}$
 $t_{add}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tabelul 11

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos		
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Cantitate anuala [m ³ /an]	Temp. [°C]
1	9.6	0.083	3.8	14260.15	7.62	0.083	186	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm}=14260.15\text{ kJ/h}=3.96\text{ kWh}=0.0034\text{ Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 1.42 % din energia livrata din CT6.

In tabelul 12 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT6.

Tabelul 12

Nr. crt	Energie termica livrata din CT6		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.238	1004236.37	0.186	786718.77	0.0516	217517.60	21.66

3.4. Bilanț termooenergetic real rețele termice din CT6

In tabelul 13 sunt prezentate componentele bilantului termooenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT6

Tabelul 13

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată in rețea din CT6	Q_i	1004236.37	100
2.	Pierderi de căldură în rețele	Q_{pR}	217517.60	21.65
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	203257.44	20.23
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	14260.16	1.42
5	Energia facturată	Q_f	786718.77	78.34
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ϵ	100.42	0.01
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	78.34

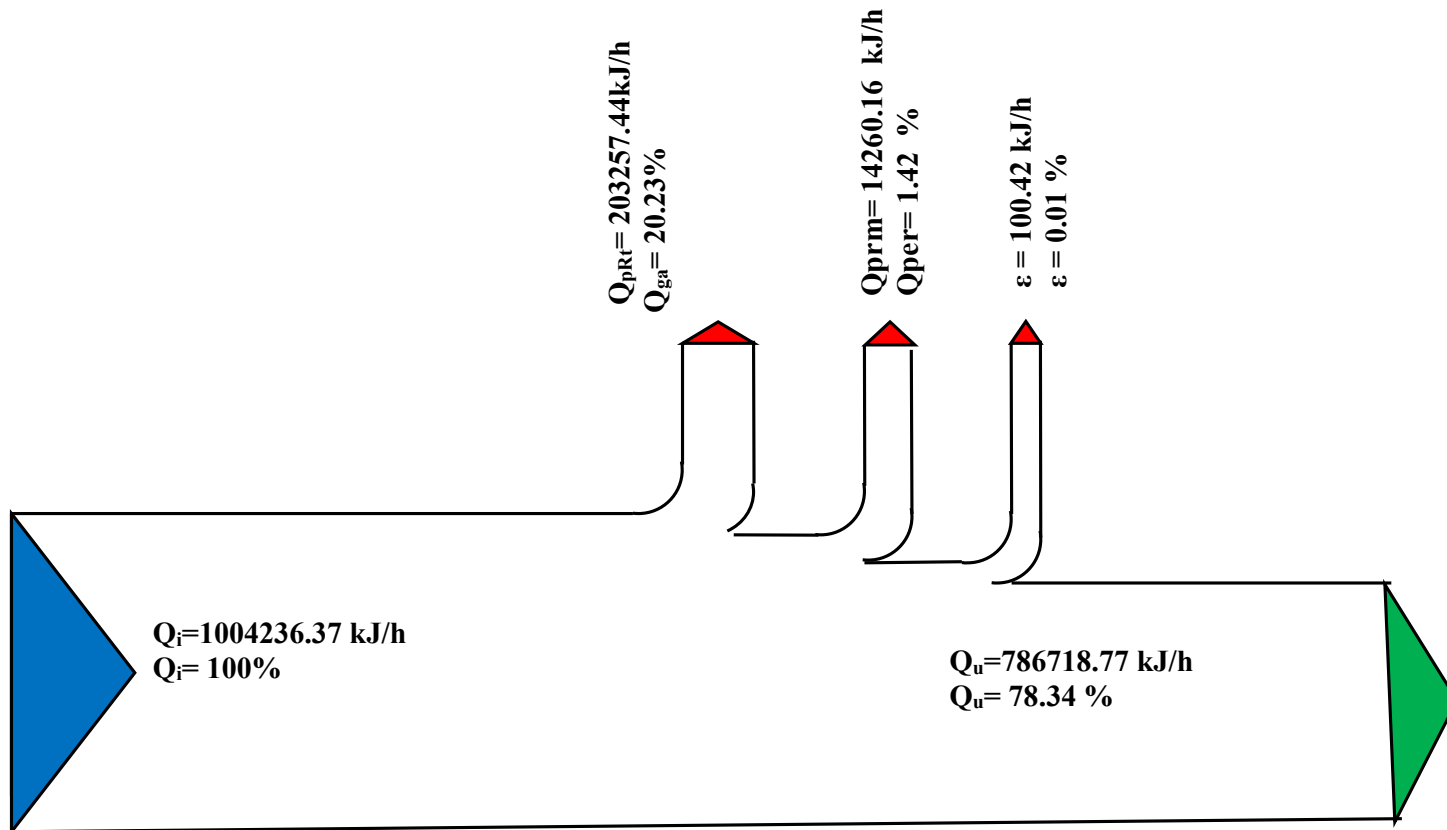


Figura.5 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la rețelele termice secundare racordate la CT6

**4. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT7
MARIMI MASURATE LA CAZANELE DIN CT7 (CT 7 Micro 39)**

4.1 Marimi masurate la cazanele din CT7

În Tabelul 14 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT7.

Tabelul 14

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					Cazan1	Cazan 2
0	1	2	3	4	5	6
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	6	5.8
			CO ₂	%	8.4	8.5
			CO	ppm	30	36
			N ₂	%	85.6	85.7
			NO	ppm	49	51
			NO _x	ppm	51	53
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	92.3	92.2
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	169	171
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mbar	0.05	0.06
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.4	1.38
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	18.3	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	53	54
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91.5	94.6
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95.2	96.8
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _{tur} t _t	°C	68.5	70
			t _{retur} t _r	°C	61	61.5
11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	8.1	6.7
				kWh/h	83.43	69.01
12.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	
14.	Debit apă cazan	debitmetru	D _a	m ³ /h	6.3	5.75

15.	Pres.barometrică	barometru	p _b	mmHg	755
16.	Umiditate relativă	psihrometru	UR	%	75

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT7-Tabelul 15

Tabelul 15

Nr crt	Perioada	Energie termica produsa [Gcal]	Energie termica facturata [Gcal]	Apa de adaos [mc]	Temperatura iesire CT		Temperatura consumator		Timp funct. [ore]
					t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	
1	Dec.	78.51	55.74	77	57	51	54	49	2240
2	Ian.	92.22	65.48	1	56	49	54	48	
3	Feb	72.71	51.627	2	54	47	53	45	
4	Mar	50.63	35.95	1	55	47	54	46	
5	Apr	0	0	0	0	0	0	0	

4.2 Mărimi calculate

În Tabelul 16 sunt prezentate mărimile calculate conform relațiilor din Capitolul 3.2 din lucrarea de audit.

Tabelul 16

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	C1	C2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	H _i	kJ/Nm ³	37080		Cf. analiza cromatografică Anexa 10 din lucrarea de audit
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm ³	0.73		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L _{min}	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	9.447		Calculat la pct. 3.3.3*
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm ³ g.n.	L	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	13.23	13.03	Calculat la pct. 3.3.4*
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V ^o _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	10.44		Calculat la pct. 3.3.5*
6.	Volumul real al gazelor de	V _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	14.22	14.03	Calculat la pct. 3.3.6*

	ardere					
7.	Entalpia gazelor de ardere	i _{o2}	kJ/Nm ³	231.85	235.91	Calculat la pct. 3.3.7*
		i _{co2}		308.73	305.61	
		i _{co}		227.29	220.02	
		i _{N2}		226.76	230.68	
		i _{ga}		227.04	220.97	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6.2°C	i _{gn}	kJ/Nm ³	11.9	11.42	Tabele Kuzman Raznjevic
9.	Entalpia aerului de combustie	i _{aer}	kJ/Nm ³	23.22	23.22	Tabele Kuzman Raznjevic
10.	Căldura specifică a apei	Catur	kJ/kg.grd	4.194	4.193	Calculat la pct. 3.3.10*
		Caretur		4.189	4.188	
11.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.4	1.38	Măsurat

Obs: * marimile au fost calculate conform relatiilor din Capitolul 3.2 din lucrarea de audit.

Componentele bilanțurilor termoenergetice reale pentru CT7 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, in Tabelul 17:

Tabelul 17

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan 1		Cazan 2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q _{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	299411.25	99.2	244849.37	99.15
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q _{fcB}	$Q_{fcB} = B \times i_{gn}$	96.58	0.032	76.55	0.031
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q _L	$Q_L = \lambda \cdot L_{min} \cdot i_{aer} \cdot B$	2318.02	0.768	2022.51	0.819
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcB} + Q_L	301825.86	100	246948.43	100

MĂRIMI IEȘITE							
1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	265606.75	88	217067.67	87.9
2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{ga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga}$	27164.327	9	22472.307	9.1
3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$	0	0	0	0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	8451.124	2.8	7161.50	2.9
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	603.65	0.2	246.948	0.1
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	301825.86	100	246948.43	100

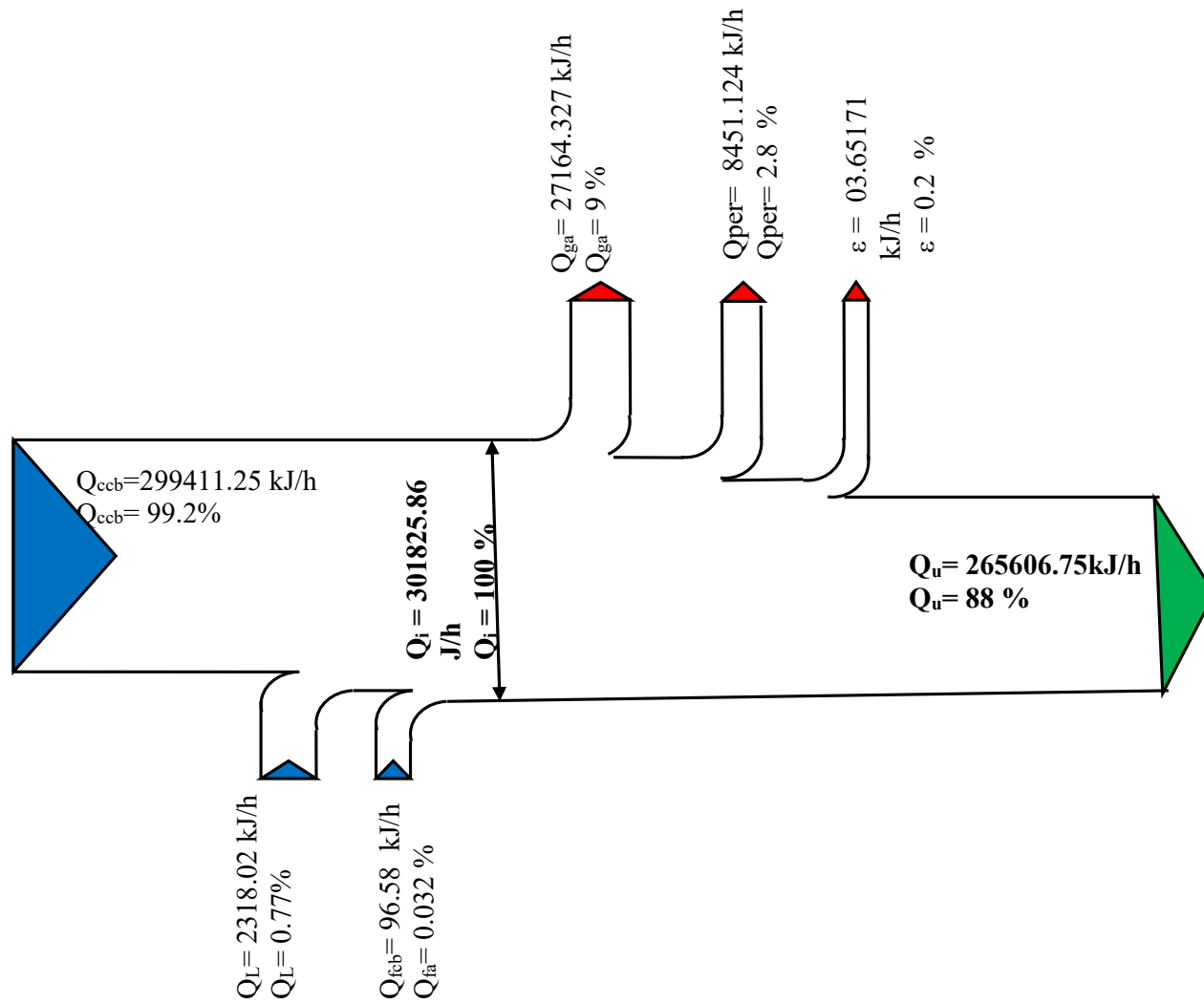


Figura 6 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT7

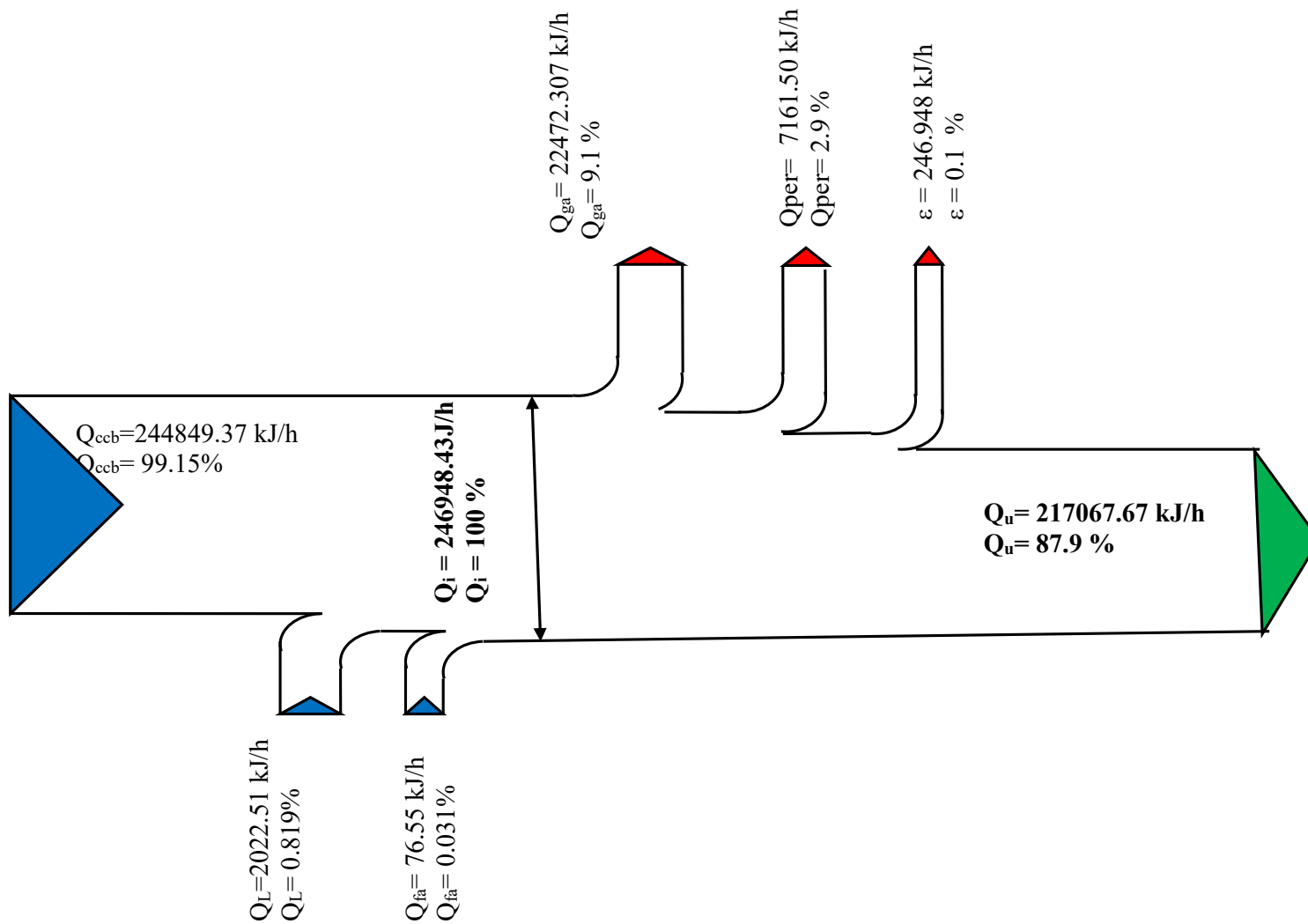


Figura 7 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT7

4.3.Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor din CT7

În Tabelul 18 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele două cazane de apă caldă din CT7.

Tabelul 18

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	UM	Valoare	
				Cazan 1	Cazan 2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	%	88.7	88.65
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	%	88	87.9
3.	Consumul specific de combustibil	c_b	kgcc/Gcal	176.02	176.5
			Nm ³ /Gcal	128.5	128.8
			kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.127	1.128

4.4. Componentele bilanțului termoenergetic real CT7

Conturul de bilanț pe total CT7 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT 7, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componetele bilanțului termoenergetic real pe CT7 sunt prezentate în Tabelul 19 .

Tabelul 19

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1	Energia intrată în CT7 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie)	Q_i	548774.3	100
2.	Energie produsă în CT7	Q _u	482674.4	87.96
3.	Pierderi în CT7, din care:	Q_p	66072.28	12.04
4	- prin ardere chimică incompletă	Q _{ga}	-	-
5	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q _{cga}	49636.63	9.045
6	- prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q _{per}	15612.63	2.845
7	- prin transfer termic în mediul ambiant (conduțe de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q _{ca}	823.016	0.15
8	Pierderi de căldură prin transfer masic	Q _m	-	-
9	Eroarea de închidere a bilanțului	ϵ	0	0
Indicatori de eficiență energetică				
1.	Randament CT7	η_{CT}	-	87.96

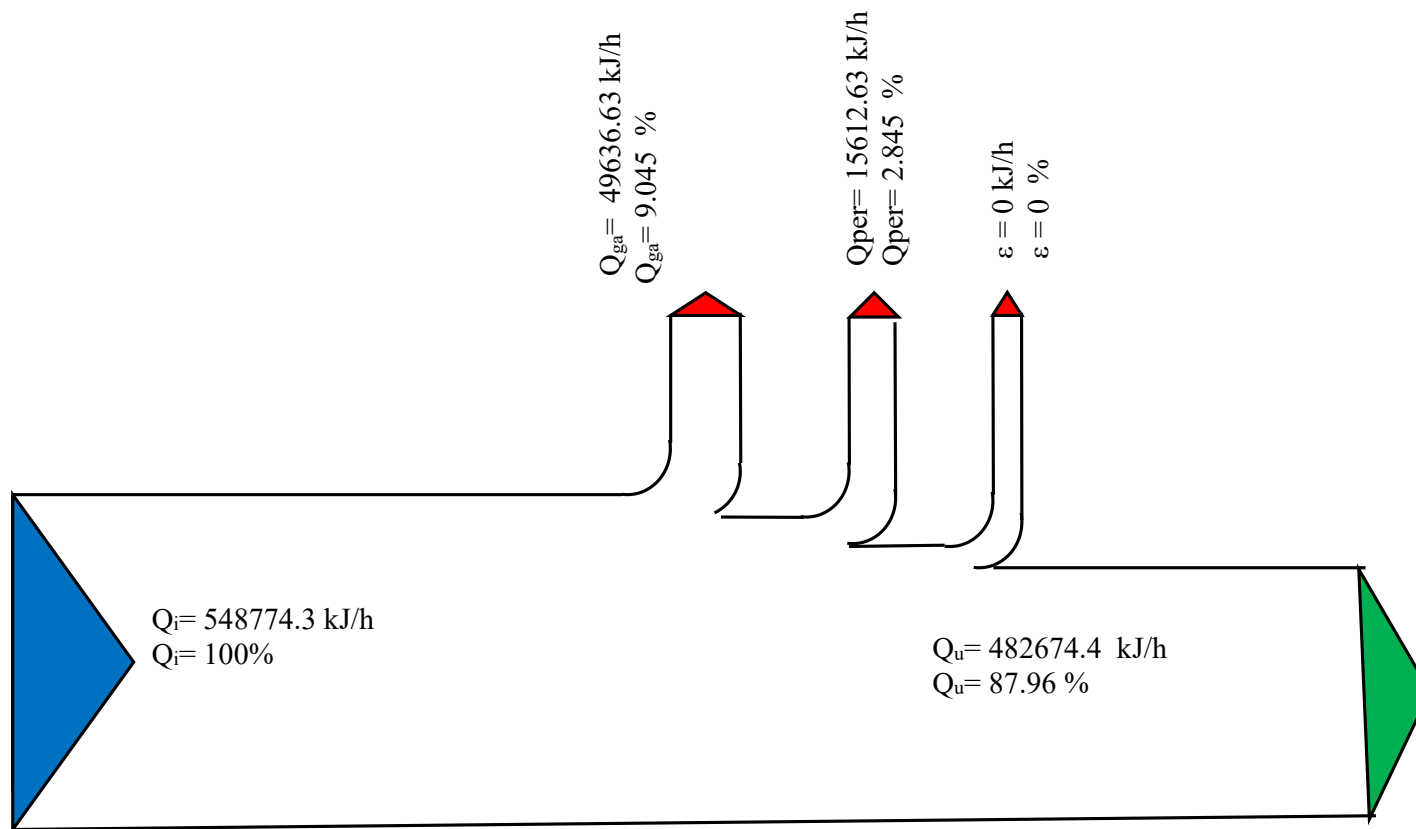


Figura.8 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la cazanele din CT7

5. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 7 (CT7)

Retelele termice secundare racordate la CT7 au fost reabilitate termic. Astfel au fost montate tevi preizolate termic cu spuma poliuretanică și manta de protecție. Diametrul tevilor a fost redimensionat pentru numărul de consumatori prezentați din Figura 9. Din traseul total al rețelelor secundare racordate la CT 7 au rămas doar cele marcate cu linie roșie.

5.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT7



Figura 9 Traseul rețelelor secundare racordate la CT 7

5.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la CT7

În Tabelul 20 sunt prezentate pierderile specifice de caldura si pierderile orare de caldura la rețele secundare conectate la CT7(CT7 Micro 39).

Tabelul 20

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de caldura		Pierderi de caldura
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolatie [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]
					Tur	Retur	Tur+Retur
3.	ingropata si in canal vizitabil	63	9	140	182.16	149.04	2980.8
4.		89	15	160	188.1	153.9	5130
5.		114	143	200	190.08	155.52	57531.6
6.		159	21	250	223.4	195.62	49420.8
7.	Total						93713.52

Pierderile de caldura prin transfer termic sunt $Q_{pRt} = 93713.52 \text{ kJ/h} = 15.98 \text{ kWh} = 0.02 \text{ Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 19.41 % din energia livrata din CT7.

5.3. Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic)

În Tabelul 21 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT7, pe lungimi și diametre.

Tabelul 21

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire		
		Diametru teava tur-retur [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică ingropata si in canal vizitabil	63	9	0.11
2.		89	15	0.37
3.		114	143	5.84
4.		159	21	1.67

În tabelul 22 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masic.

Date de calcul:

$$t_r = 58 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_R = 46.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$c_1 = 4.194 \text{ kJ/kgK}$$

$$c_2 = 4.189 \text{ kJ/kgK}$$

$$t_{add} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tabelul 22

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos		
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Cantitate anuala [m ³ /an]	Temp. [°C]
1	7.98	0.036	4.84	6787.8	3.64	0.083	81	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm}=6787.8$ kJ/h=1.89 kWh=0.00163 Gcal/h, ceea ce reprezinta 1.41 % din energia livrata din CT7.

In tabelul 23 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT7.

Tabelul 23

Nr. crt	Energie termica livrata din CT		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.115	482674.4	0.093	382173.08	0.022	100501.32	20.82

5.4. Bilanț termoeenergetic real rețele termice din CT7

In tabelul 24 sunt prezentate componentele bilantului termoeenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT7

Tabelul 24

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT7	Q_i	482674.4	100
2.	Pierderi de căldură în rețele	Q_{pR}	100501.32	20.82
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	93713.52	19.41
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	6787.8	1.41
5	Energia facturată	Q_f	382173.08	79.18
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	0	0
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	79.18

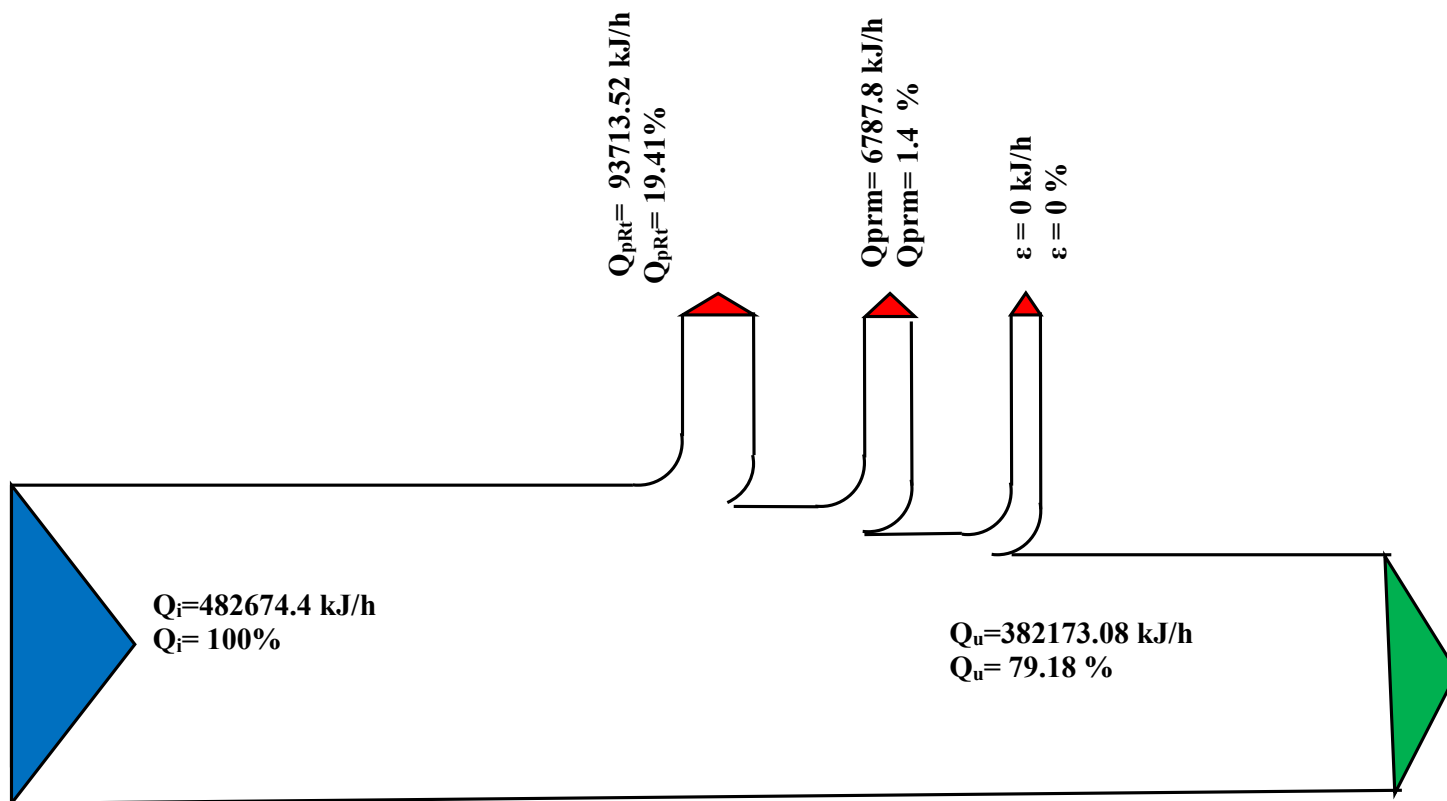


Figura.10 – Diagrama Sankey pentru bilanșul real total la rețelele termice secundare racordate la CT7

**6. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT8
MARIMI MASURATE LA CAZANELE DIN CT8 (CT 33 Micro 19)**

6.1 Marimi masurate la cazanele din CT8

În Tabelul 25 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT8.

Tabelul 25

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					Cazan1	Cazan 2
0	1	2	3	4	5	6
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	10.2	9.4
			CO ₂	%	6	6.5
			CO	ppm	12	34
			N ₂	%	83.8	84.1
			NO	ppm	20	28
			NO _x	ppm	21	29
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	86	87.9
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	221	206
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mmbar	0.02	0.01
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.95	1.81
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	18.5	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	53.5	54.2
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91.3	94.5
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95.2	97.1
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _t	°C	70	70.2
			t _r	°C	60.1	60
11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	17.67	21.59
				kWh/h	182	222.37
12.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	
14.	Debit apă cazan	debitmetru	D _a	m ³ /h	13.79	16.88
15.	Pres.barometrică	barometru	p _b	mmHg	755	
16.	Umiditate relativă	psihrometru	UR	%	75	

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT8-tabelul 26

Tabelul 26

Nr crt	Perioada	Energie termica produsa [Gcal]	Energie termica facturata [Gcal]	Apa de adaos [mc]	Temperatura iesire CT		Temperatura consumator		Timp funct. [ore]
					t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	
1	Dec.	123.22	84.899	280	57	49	54	47	2232
2	Ian.	366.05	252.21	61	56	48	54	48	
3	Feb	133.01	91.647	37	57	45	53	44	
4	Mar	126.44	87.115	3	56	47	53	46	
5	Apr	0	0	0	0	0	0	0	

6.2 Mărimi calculate

În Tabelul 27 sunt prezentate mărimile calculate conform relațiilor din Capitolul 3.2 din lucrarea de audit.

Tabelul 27

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	C1	C2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	H _i	kJ/Nm ³	37080		Cf. analiza cromatografica Anexa 10 din audit
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm ³	0.73		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L _{min}	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	9.447		Calculat la pct. 3.3.3*
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm ³ g.n.	L	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	18.42	17.09	Calculat la pct. 3.3.4*
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V _{ga} ^o	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	10.44		Calculat la pct. 3.3.5*
6.	Volumul real al gazelor de ardere	V _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	19.41	18.08	Calculat la pct. 3.3.6*
7.	Entalpia gazelor de	i _{o2}	kJ/Nm ³	231.85	235.91	Calculat la pct. 3.3.7*
		i _{co2}		308.73	305.61	

	ardere	i _{CO}		227.29	220.02	
		i _{N2}		226.76	230.68	
		i _{ga}		226.58	238.95	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i _{gn}	kJ/Nm^3	11.13	11.13	Tabele Kuzman Raznjevic
9.	Entalpia aerului de combustie	i _{aer}	kJ/Nm^3	23.22	23.22	Tabele Kuzman Raznjevic
10.	Căldura specifică a apei	Catur	kJ/kg.grd	4.194	4.193	Calculat la pct. 3.3.10*
		Caretur		4.189	4.188	
11.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.95	1.81	Măsurat

Obs: * marimile au fost calculate conform relatiilor din Capitolul 3.2 din lucrarea de audit.

Componentele bilanțurilor termoenergetice reale pentru CT8 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, in Tabelul 28:

Tabelul 28

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan 1		Cazan 2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	649740.77	99.19	698885.76	99.14
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B \times i_{gn}$	196.51	0.03	211.48	0.031
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L_{min} \cdot i_{aer} \cdot B$	5109.36	0.78	6645.08	0.83
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	655046.65	100	800612.57	100
MĂRIMI IEȘITE							

1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	576441.05	88.00	705739.98	88.15
2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{ga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga}$	53910.34	8.23	67651.76	8.45
3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$		0		0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	18996.35	2.9	25619.60	3.2
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	5698.91	0.87	1601.23	0.2
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	655046.65	100	800612.57	100

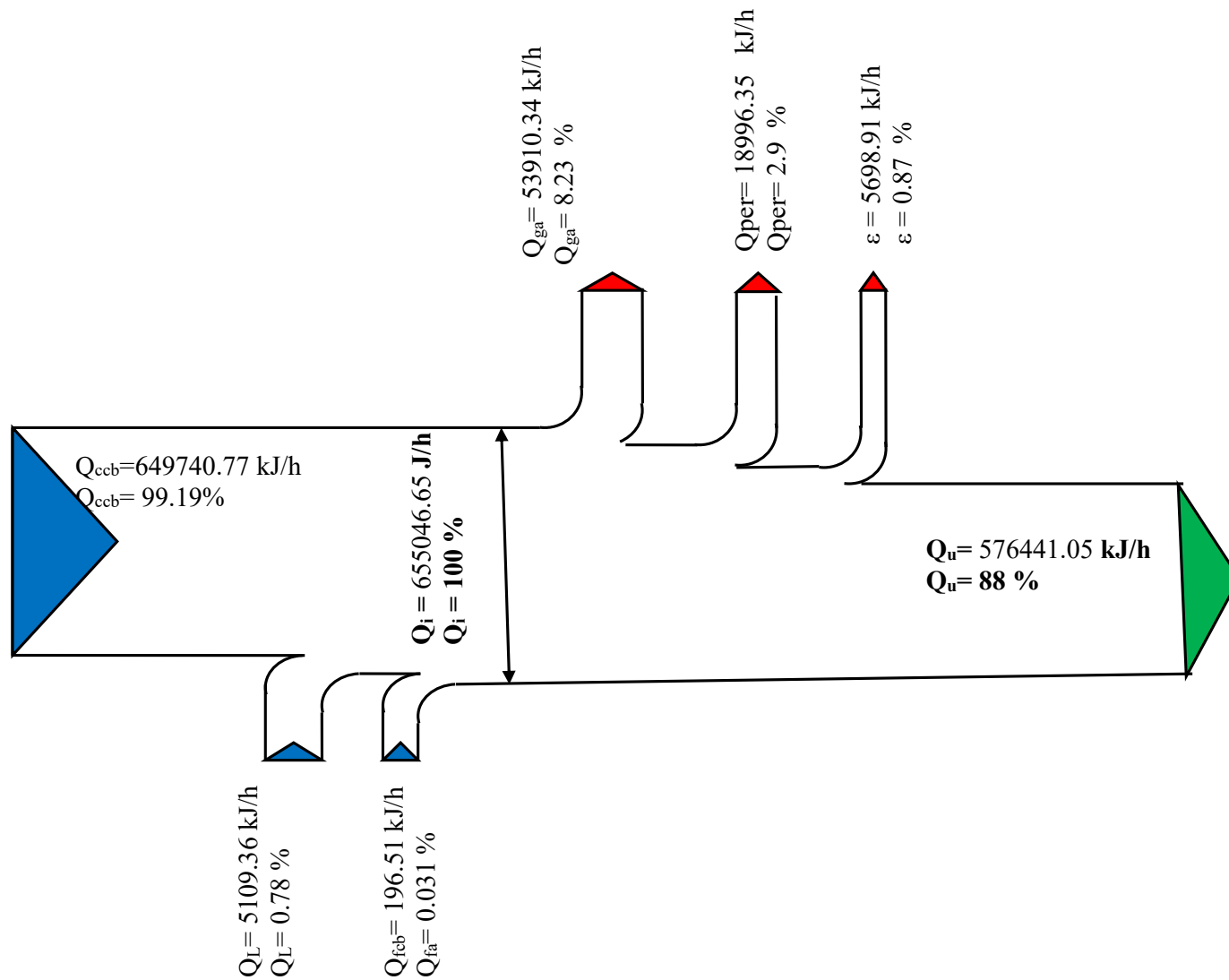


Figura 11 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT8

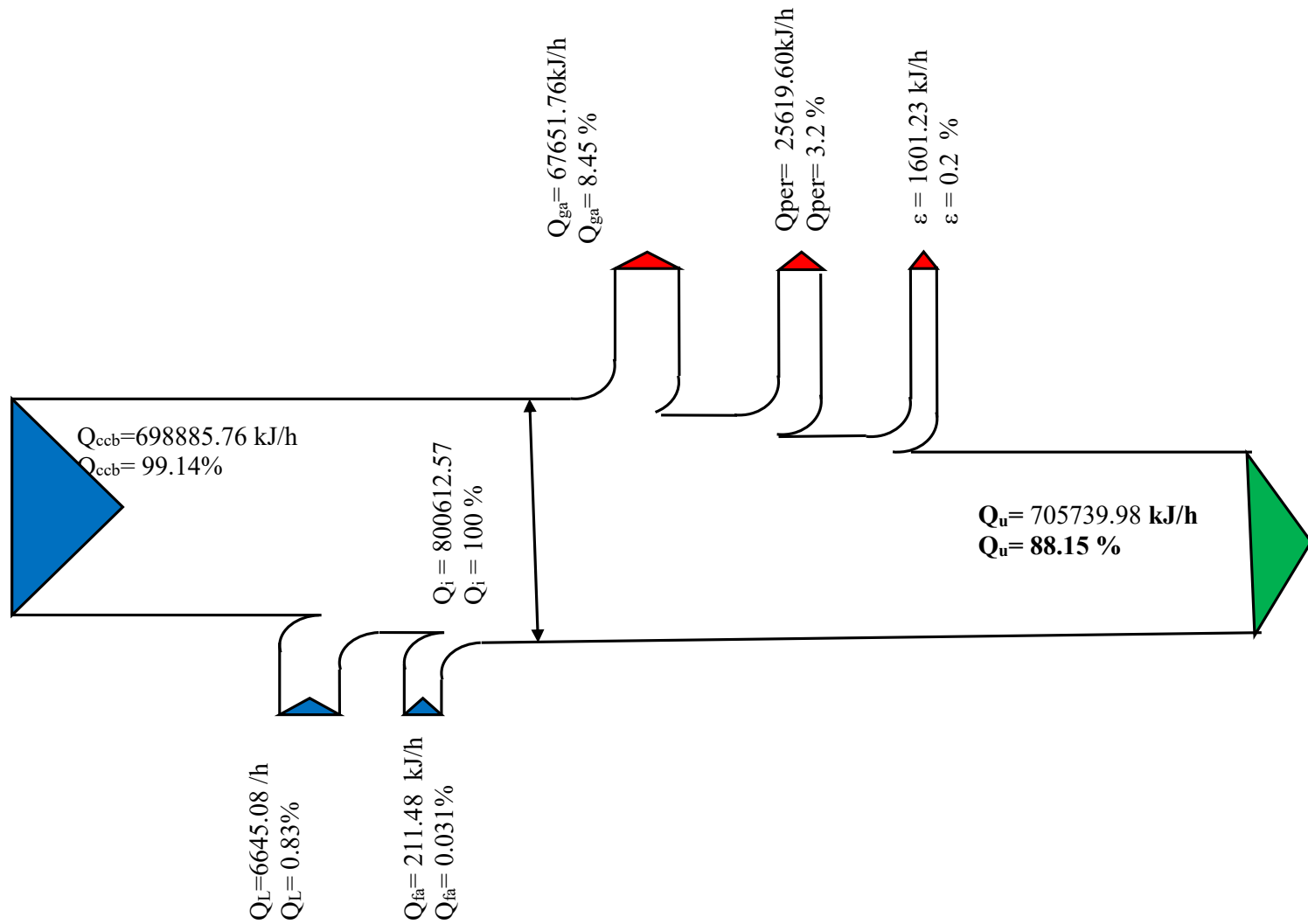


Figura 12 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT8

6.3.Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor din CT8

În Tabelul 29 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele doua cazane de apă caldă din CT8.

Tabelul 29

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	UM	Valoare	
				Cazan 1	Cazan 2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	%	88.71	88.91
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	%	88.00	88.15
3.	Consumul specific de combustibil	c_b	kgcc/Gcal	174.49	173.82
			Nm ³ /Gcal	127.37	126.89
			kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.136	1.134

6.4. Componentele bilanțului termoenergetic real CT8

Conturul de bilanț pe total CT8 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT8, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componetele bilanțului termoenergetic real pe CT8 sunt prezentate în Tabelul 30 .

Tabelul 30

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1	Energia intrată în CT8 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie)	Q_i	1455659.22	100
2.	Energie produsă în CT6	Q_u	1282181.03	88.08
3.	Pierderi în CT8, din care:	Q_p	173478.19	11.92
4	- prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0
5	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	121562.10	8.35
6	- prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q_{per}	44615.95	3.07
7	- prin transfer termic în mediul ambiant (conduțe de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	7300.13	0.50
8	Pierderi de căldură prin transfer masic	Q_m		
9	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	0	0
Indicatori de eficiență energetică				
10.	Randament CT8	η_{CT}	-	88.08

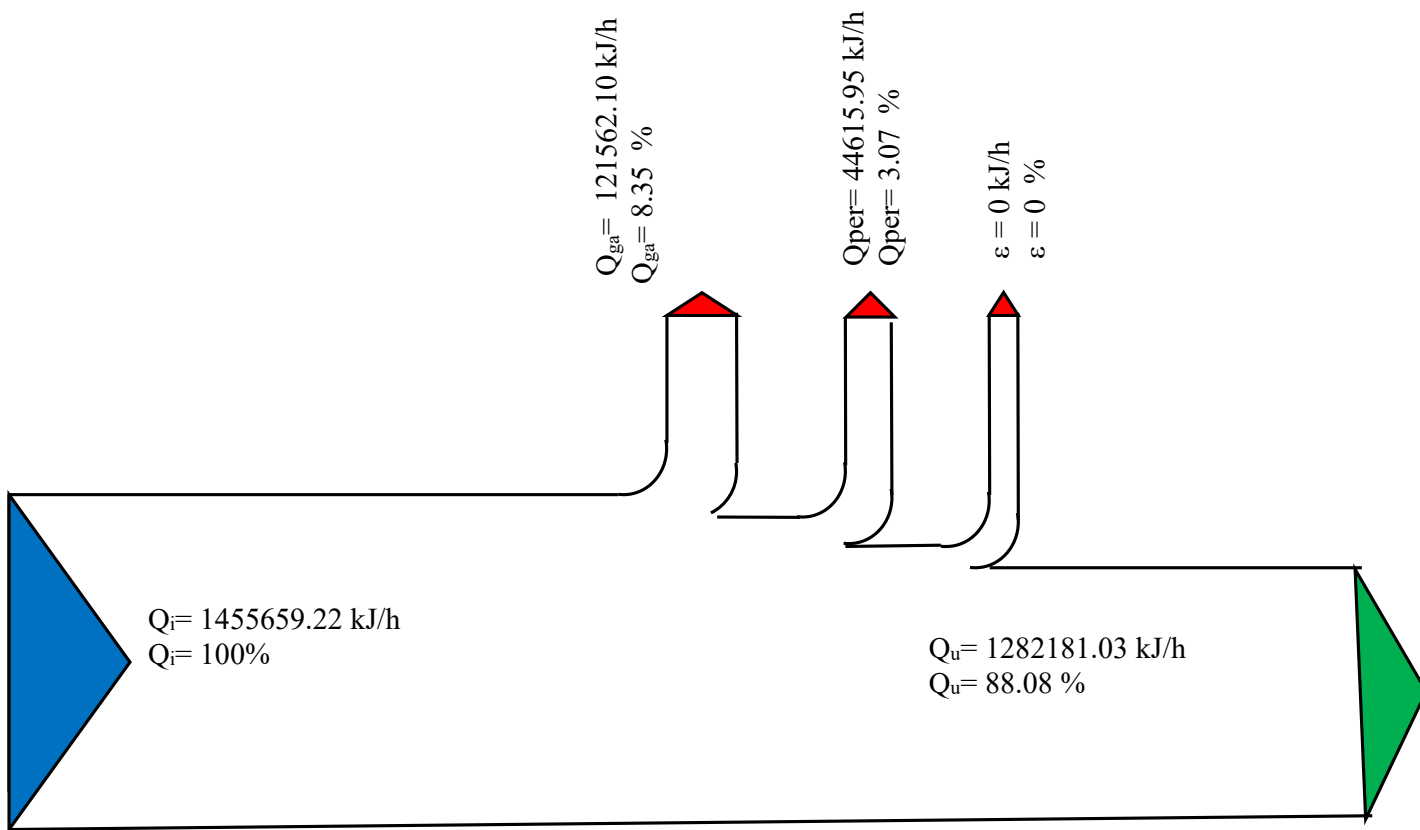


Figura.13 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la cazanele din CT8

7. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 8 (CT 33 MICRO 19)

Rețelele termice secundare racordate la CT8 au fost reabilite termic. Astfel au fost montate tevi preizolate termic cu spuma poliuretanică și manta de protecție. Diametrul tevilor a fost redimensionat pentru numărul de consumatori prezentați din Figura 9. Din traseul total al rețelilor secundare racordate la CT 8 au rămas doar cele marcate cu linie roșie.

7.1 Prezentarea rețelilor secundare aferente CT8

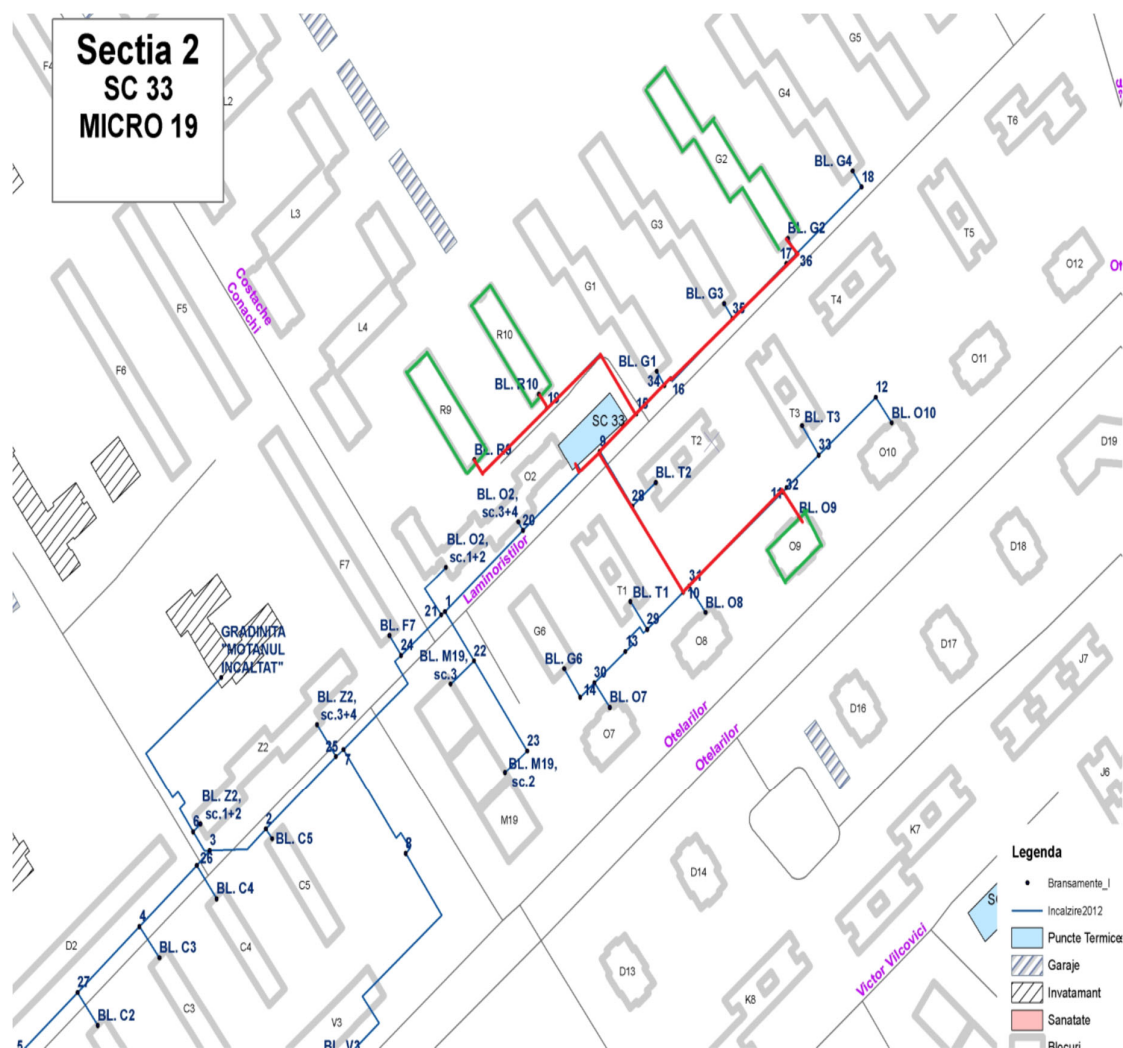


Figura 14 Traseul rețelilor secundare racordate la CT 8

7.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic din CT8

În Tabelul 31 sunt prezentate pierderile specifice de caldura si pierderile orare de caldura la rețelele secundare conectate la CT8 (CT33 Micro 19).

Tabelul 31

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de caldura		Pierderi de caldura
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolatie [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]
					Tur	Retur	Tur+Retur
3.	Rețea termică în canal vizitabil	102	48	160	169.2	126.9	48925.3
4.		108	60	200	173.54	153.9	57531.6
5.		114	28	200	190.08	155.52	45897.3
6.		133	26	200	195.56	165.34	40155.65
		168	107	250	223.4	195.62	67894.25
		219	24	315	232.14	215.63	37156.34
7.	Total						245779.34

Pierderile de caldura prin transfer termic sunt $Q_{PRt} = 245779.34$ kJ/h = 68.27 kWh = 0.059 Gcal/h, ceea ce reprezinta 19.17 % din energia livrata din CT8.

7.3. Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic) din CT8

În Tabelul 32 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT8, pe lungimi și diametre.

Tabelul 32

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire		
		Diametru teava tur-retur [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică ingropata si în canal vizitabil	102	48	1.57
2.		108	60	2.20
3.		114	28	1.14
4.		133	26	1.44
5.		168	107	9.48
6.		219	24	3.61

În tabelul 33 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masic.

Date de calcul:

$$t_T = 59 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_R = 46.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_1 = 4.194 \text{ kJ/kgK}$$

$$c_2 = 4.189 \text{ kJ/kgK}$$

$$t_{add} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tabelul 33

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos		
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Cantitate anuala [m ³ /an]	Temp. [°C]
1	19.45	0.177	5.1	33452.69	17.54	0.177	381	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm}=33452.69\text{kJ/h}=9.29\text{kWh}=0.008\text{ Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 2.61 % din energia livrata din CT8.

In tabelul 34 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT8.

Tabelul 34

Nr. crt	Energie termica livrata din CT8		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.306	1282181.03	0.24	1002949	0.067	279232.03	21.78

7.4. Bilanț termoenergetic real rețele termice din CT8

In tabelul 35 sunt prezentate componentele bilantului termoenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT8

Tabelul 35

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT8	Q_i	1282181.03	100
2.	Pierderi de căldură în rețele	Q_{pR}	279232.03	21.78
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	245779.34	19.17
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	33452.69	2.61
5	Energia facturată	Q_f	1002949	78.22
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	0	0
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	78.22

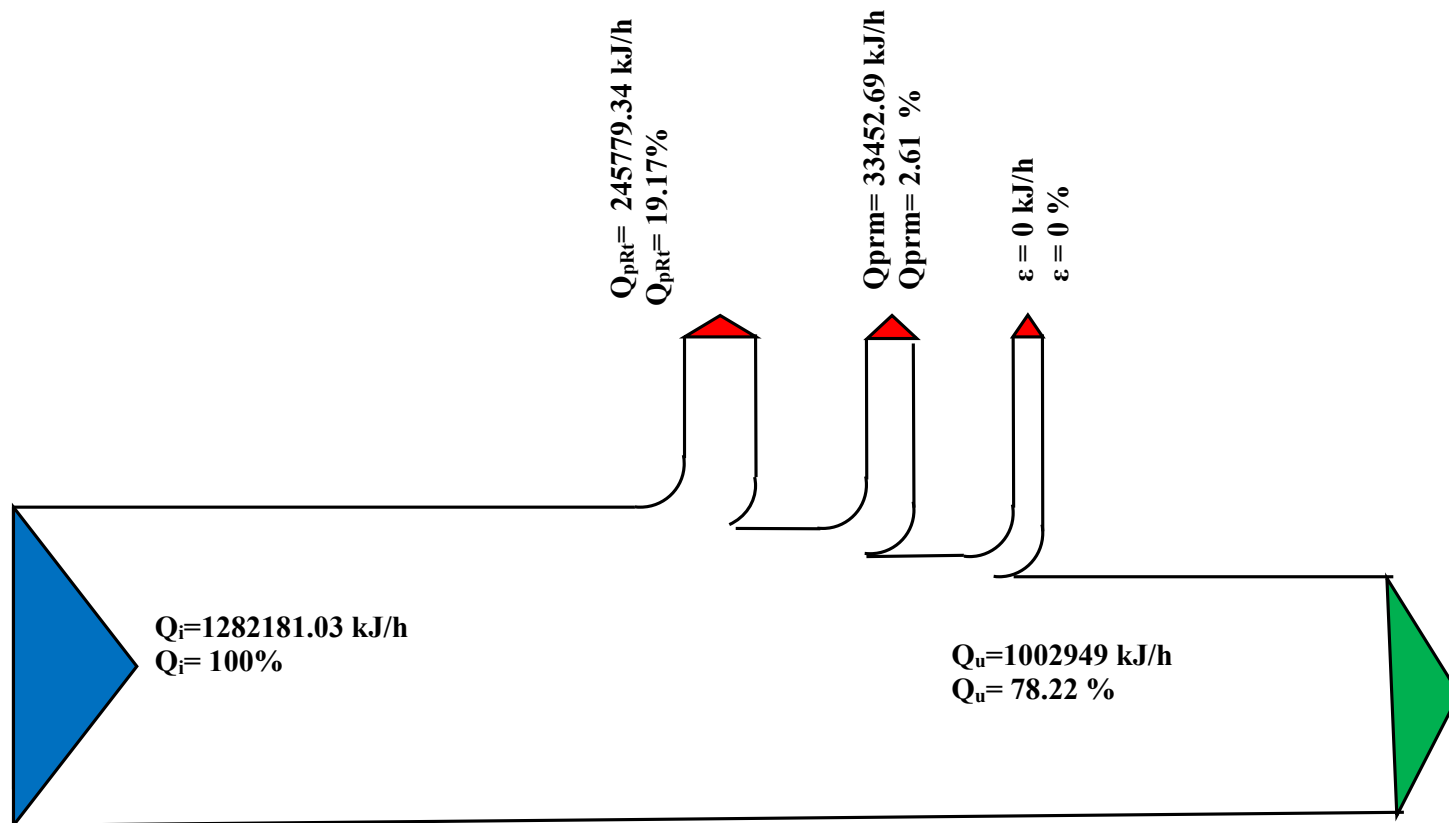


Figura.15 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la rețelele termice secundare racordate la CT8

8. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL PE SUBCONTURUL FORMAT DIN CENTRALELE CU REȚELE TERMICE MODERNIZATE CT 6, CT 7 si CT8

Componentele bilanțului termooenergetic real, care cuprinde întregul lanț de transformări energetice de la intrarea gazelor naturale în CT6, CT7, CT8 până la consumatorul de energie termică, este prezentat în tabelul 36.

Tabelul 36

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare			
			kJ/h	Gcal/h	kWh	%
SUBCONTUR CENTRALE CU REȚELE MODERNIZATE						
1.	Energie intrată	Q_i	3135672.552	0.750	871.02	100
2.	Energie realizată	Q_u	2760685.15	0.66	766.9	88.04
3.1.	Pierderi prin ardere chimică incompletă	Q_{cga}	0	0	0	0
3.2.	Pierderi prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	265657.19	0.064	73.79	8.47
3.3.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (cazane)	Q_{per}	94901.06	0.02	26.36	3.03
3.4.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (conduțe de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	13270.286	0.003	3.69	0.42
4.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	1131.23	0.0003	0.31	0.04
SUBCONTUR REȚELE TERMICE MODERNIZATE						
5.	Energie intrata in rețele	Q_i	2760685.15	0.66	766.9	100.00
6.	Pierderi de căldură în rețele termice, din care:	ΔQ_{pR}	595457.47	0.142	165.40	21.56
6.1.	- prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	540940.65	0.129	150.26	19.59
6.2.	- prin transfer masic	Q_{pRm}	54516.82	0.013	15.14	1.97
7.	Energie facturată	Q_f	2165227.68	0.518	601.45	78.43
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	99.58	0.00002	0.03	0.004
INDICATORI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ						
1.	Randament termic brut cazane η_{Cazane}				%	88.47
2.	Randament CT η_{CT}				%	88.04
3.	Randament rețele termice η_{RT}				%	78.43

In tabelul 37 sunt prezentate pierderile calculate la retelele termice nemodernizate si la cele modernizate. Pierderile la retelele termice nemodernizate sunt calculate in auditul termoenergetic, Capitolul 14, Tabelul 60, pagina 83.

Tabelul 37

Componenta de pierderi	RETELE TERMICE SECUNDARE MODERNIZATE	RETELE TERMICE SECUNDARE NEMODERNIZATE
	%	%
Pierderi de caldura totale ΔQ_{pR} din care:	21.56	37.3
Pierderi prin transfer termic in mediul ambiant Q_{pRt}	19.59	25.88
Pierderi prin apa de adaos Q_{pRm}	1.97	11.37

9. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL CONTUR GENERAL CENTRALE MODERNIZATE SI NEMODERNIZATE

Bilantul termoeenergetic real este realizat pe centralele termice modernizate si nemodernizate precum si pe rețelele termice modernizate si nemodernizate.

Pe conturul general rezulta un randament termic real de 57,58%, iar pierderile reale sunt de 29,74%

La subconturul reprezentat de centralele cu rețele modernizate a fost adaugat si subconturul centralelor nemodernizate prezentat în lucrarea de audit (in total 8 centrale termice).

Tabelul 38

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare			
			kJ/h	Gcal/h	kWh	%
CONTUR GENERAL CENTRALE TERMICE						
1.	Energie intrată	Q_i	11608510.16	2.777	3224.59	100
2.	Energie realizată	Q_u	10050417.95	2.404	2791.78	86.58
3.1.	Pierderi prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0	0	0
3.2.	Pierderi prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	1107817.444	0.265	307.73	9.54
3.3.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (cazane)	Q_{per}	349869.3164	0.084	97.19	3.01
3.4.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (conduțe de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	73375.93699	0.018	20.38	0.63
4.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	30901.58888	0.007	8.58	0.24
CONTUR GENERAL REȚELE TERMICE SECUNDARE						
5.	Energie livrată	Q_i	10050417.95	2.404	2791.78	100.00
6.	Pierderi de căldură în rețele termice, din care:	ΔQ_{pR}	3313880.608	0.793	920.52	32.95
6.1.	- prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	2427813.392	0.581	674.39	24.16
6.2.	- prin transfer masic	Q_{pRm}	882821.3565	0.211	245.23	8.79
7.	Energie facturată	Q_f	6685229.934	1.599	1857.01	66.51
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	57970.87364	0.014	16.10	0.54
INDICATORI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ						
1.	Randament termic brut cazane η_C				%	87.45
2.	Randament CT η_{CT}				%	86.58

3.	Randament rețele termice η_{RT}	%	66.51
4.	Randament termic contur general η_G	%	57.58

10. PIERDERILE TEHNOLOGICE DE ENERGIE TERMICA CONTUR GENERAL CENTRALE MODERNIZATE SI NEMODERNIZATE

Pierderile tehnologice au fost calculate conform relatiilor din lucrarea de audit la Capitolul 15 si 16. si sunt realizate pe cele 8 centrale termice din conturul analizat. Pierderile tehnologice reprezinta acele pierderi inregistrate pentru o functionare optima a instalatiilor.

Tabelul 39

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare			
			kJ/h	Gcal/h	kWh	%
CONTUR GENERAL						
1.	Energie intrată	Q_i	11608510.16	2.78	3224.59	100,00
2.	Energie realizată	Q_u	10642682.11	2.55	2956.30	91.68
3.1.	Pierderi prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0	0	0
3.2.	Pierderi prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	664006.78	0.16	184.45	5.72
3.3.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (cazane)	Q_{per}	299499.56	0.072	83.194	2.58
3.4.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (conducte de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	2321.70	0.001	0.645	0.02
3.5.	- prin transfer masic	Q_m	-	-	-	-
CONTUR REȚELE TERMICE						
6.	Energie livrată	Q_i	10642682.11	2.546	2956.301	100
7.	Pierderi de căldură în rețele termice, din care:	ΔQ_{pR}	484242.03	0.116	134.512	4.55
7.1.	- prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	458699.59	0.110	127.417	4.31
7.2.	- prin transfer masic	Q_{pRm}	25542.43	0.006	7.095	0.24
8.	Energie utila facturată	Q_f	10158440.07	2.43	2821.78	95.45
9.	Eroarea de închidere a	ε	0	0	0	0

bilanșului			
INDICATORI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ			
1.	Randament termic brut cazane η_C	%	91.68
2.	Randament CT η_{CT}	%	91.48
3.	Randament rețele termice η_{RT}	%	95.45
4.	Randament termic contur general η_G	%	87.32

11. CONCLUZII

Indicatorii de eficiența energetică sunt prezentați în tabelul 40.

Tabelul 40

Tip contur	Randamente termice optime	Pierderi tehnologice optime
	%	%
Randament termic brut cazane	91.68	8.32
Centrale termice	91.48	8.52
Retele termice secundare	95.45	4.55
Contur general	87.32	12.68

AUDIT ENERGETIC CENTRALE DE CVARTAL ȘI REȚELELE TERMICE AFERENTE SC CALORGAL SA

1.DATE GENERALE

1.1. Tema auditului

Conform contractului nr. 6980/17.05.2019, obiectul acestuia îl reprezintă Auditul energetic pentru SC CALORGAL SA, Galati, judetul Galati.

În cadrul auditului s-au elaborat bilanțuri termoeenergetice, reale și optime, având drept contur 5 centrale de cvartal CT1,CT2,CT3,CT4,CT5, echipate cu 10 cazane de apă caldă Thermostahl Enersave: 4 x 931 kW, 4 x 232kW și 2 x 349 kW care utilizează combustibil gaze naturale precum și rețelele termice secundare racordate în acestea.

Motivatia pentru care s-au ales cele cinci centrale termice ca fiind reprezentative pentru toate cele 24 de centrale termice ale SC Calorgal SA reiese din urmatoarele argumente:

- cele zece cazane care fac parte din conturul analizat de tip Thermostahl Enersave au o gama de puteri de 931 kW, 349 kW respectiv 232kW, respectiv toate celelalte centrale termice sunt echipate cu acelasi tip de cazane in gama de puteri specificata.Specific faptul ca cele 24 de centrale termice au fost echipate cu cazane de tip Thermostahl Enersave in anul 2018, astfel ca din punct de vedere al duratei de functionare, cele 10 cazane din conturul analizat pot fi considerate reprezentative.

- de comun acord cu beneficiarul, s-au ales cele cinci centrale termice având in vedere gradul de modernizare diferit al acestora, consumurile inregistrate pe intreg sezonul de functionare, numarul de utilizatori bransați la aceste centrale (CT1 -762 apartamente și 1 institutie publica, CT2 – 267 apartamente, CT3 – 848 apartamente, CT4 – 420 apartamente, CT5- 181 apartamente).Numarul de consumatori bransați

la cele cinci CT-uri este de 2478 ceea ce reprezintă 43% din numărul total de brânșamente (Tabelul 2 și Anexa 2).

-din documentele puse la dispoziție de beneficiar, consumul înregistrat la cele cinci centrale din conturul analizat, este reprezentativ pentru consumul total înregistrat pe întreg sezonul de funcționare al celor 24 de centrale.

-rețele termice secundare din conturul analizat au aceeași soluție tehnică de pozare (în canivou vizitabil, nevizitabil și aerian), același grad de deteriorare a izolației, același grad de uzură tehnică și același nivel de exploatare tehnică cu celelalte rețele termice secundare racordate la cele 24 de centrale termice.

Având în vedere argumentele prezentate anterior considerăm că în ceea ce privește indicatorii de eficiență termică a cazanelor și rețelelor termice secundare din conturul analizat, pot fi extrapolați la nivelul întregului SACET.

1.2 Definiția conturului de audit energetic

Conturul de audit energetic al SC CALORGAL SA rezultă din Machetele ET2 raportate la ANRE (Anexa 1). Din această anexă se constată că societatea consumă aproximativ 96% gaz natural pentru producere energie termică. De aceea, dintre toți consumatorii de combustibil, vom reține conturul de audit energetic din care fac parte doar centralele termice consumatoare de gaz și rețelele termice aferente acestora.

În trimestrul IV din anul 2018 și trimestrul I din anul 2019 SC CALORGAL SA Galați a înregistrat un consum energetic de 1258.8 tep, din care:

- energie electrică 40.83 tep;
- gaze naturale 1217.97 tep;

Analiza bilanțului termooenergetic real constă în compararea componentelor utile și de pierderi cu cele din procesele și instalațiile similare, de proiect, de recepție, de omologare sau optimizare, cunoscute pe plan intern, extern și în literatura de specialitate.

Situația punctelor termice care aparțin SC CALORGAL Galați și a consumatorilor deserviți de acestea se prezintă în Anexa 2

În Anexa 3 sunt prezentate câteva caracteristici și particularități constructive și funcționale ale celor trei tipuri reprezentative de cazane pentru care s-au făcut măsurători și calcule de bilanț, respectiv THERMOSTAHL tip ENERSAVE de 232kW, 349 kW și 931kW.

Caracteristicile tehnice ale arzătoarelor de gaz tip GAS X5/2, GAS XP60/2 și GAS P100/6TL cu care sunt echipate cazanele sunt prezentate în Anexa 4.

Caracteristicile tehnice ale pompelor de circulație apă tur-retur sunt tip Willo IPL 50/120 și Willo IPL 50/130 sunt prezentate în Anexa 5.

În Anexa 6 sunt prezentate buletinele de analiză a gazelor de ardere de la cele zece cazane din contur. Analiza gazelor de ardere s-a realizat cu ajutorul analizorului prezentat în Anexa 7 la Raportul de audit.

În Anexa 8 sunt prezentate rețelele secundare racordate la cele 24 de centrale termice.

În Anexa 9 sunt prezentate câteva imagini foto ale celor cinci centrale de cvartal și ale rețelelor secundare racordate la acestea din conturul de audit la care s-au făcut măsurători și calcule de bilanț energetic.

În Anexa 10 este prezentată analiza cromatografică a gazului pusă la dispoziție de beneficiar.

În Anexa 11 sunt prezentate caracteristicile tehnice ale stației de termografieră.

În Anexa 12 sunt prezentate schemele tehnologice ale celor 5 centrale termice.

Anexa 13 sunt prezentate buletinele de analiză a gazelor de ardere pentru cele 10 cazane din conturul de audit.

Bilanțul energetic este o formă practică de exprimare a principiului conservării energiei care pune în evidență egalitatea între energiile intrate și cele ieșite din conturul analizat, pentru o anumită perioadă de timp.

Structura bilanțului termoenergetic real cuprinde:

- un contur general – CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 și rețelele termice racordate la acestea - prezentat în tabelul 60 și diagrama Sankey în figura 27;
- 8 subcontururi:
 - 10 subcontururi pe fiecare din cele 10 cazane prezentate în Tabelele 8, 19, 30, 41, 52 și diagramele Sankey în figurile 4, 5, 9, 10, 14, 15, 18, 19, 23, 24;
 - 5 subcontururi CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, prezentate în tabelele 10, 21, 32, 43, 54 și diagrama Sankey în figurile 6, 11, 16, 20, 25
 - 5 subcontururi pentru rețelele termice, prezentate în tabelele 15, 26, 37, 48, 59 și diagramele Sankey în figurile 8, 13, 17, 22, 26.

1.3. Scopul auditului termoenergetic

Auditul energetic, ca studiu de analiză a proceselor de transformare energetică care au loc în interiorul unui proces de producție materială, în speță transformarea energiei chimice a gazelor naturale în energie termică, are rolul de a determina consumul de energie din cuprinsul conturului și de a-l evidenția în componente utile și de pierderi.

De asemeni, determinarea indicatorilor de eficiență energetică, stabilirea cauzelor care îi influențează în mod negativ și întocmirea unui Program de măsuri tehnico – economice care să conducă la creșterea eficienței de utilizare a energiei în consumul final.

Auditul energetic determină, pe bază de calcule analitice, economia de energie estimată a se obține prin implementarea măsurilor propuse în Programul de măsuri și evaluează impactul consumului de combustibil (gn) asupra mediului și încadrarea în normele de mediu.

1.4. Activități desfășurate în cadrul auditului termoenergetic

Pentru întocmirea auditului termoenergetic la cele 5 CT-uri s-au desfășurat următoarele activități:

- studierea documentațiilor tehnice ale instalațiilor din cuprinsul conturului de bilanț (cărțile tehnice ale cazanelor de apă caldă, schema termomecanică a centralei termice, schemele rețelelor termice de distribuție a energiei termice la consumatori, etc);
- întocmirea situațiilor statistice pentru perioada decembrie 2018 – martie 2019, privind consumul energetic (gaze naturale, energie electrică), energie produsă și livrată la consumatori (căldură, a.c.c.);
- verificarea valorilor parametrilor de funcționare ai instalațiilor, pentru perioada analizată, înscriși de personalul de exploatare în registrele de tură;
- verificarea în teren a stării tehnice a instalațiilor din cuprinsul conturului de bilanț;
- determinarea parametrilor reali de funcționare ai cazanelor de apă caldă pe bază de măsurători, executate cu aparatură portabilă cât și cu aparatura existentă în panourile AMCR;
- determinarea cantitativă a fluxurilor de energii intrate și ieșite din conturul de bilanț și analiza pe componente a acestora;
- determinarea indicatorilor de eficiență energetică pentru bilanțul real;
- analiza bilanțului energetic real și propunerea unui Program de măsuri care să conducă la îmbunătățirea indicatorilor de eficiență energetică;
- economia de energie estimată a se obține prin implementarea măsurilor propuse în cadrul programului de masuri;
- evaluarea impactului asupra mediului și verificarea încadrării în normele de mediu.

1.5. Unitatea de referință asociată auditului termoenergetic

Unitatea de referință asociată bilanțului termoenergetic este: **ora, luna, anul.**

Toate măsurătorile necesare efectuării bilanțului termoenergetic se raportează, ca unitate de timp, la oră.

1.6. Aparate de măsură folosite

Pentru determinarea parametrilor reali de funcționare a cazanelor și a consumurilor de energie termică s-au folosit următoarele aparate:

- analizor gaze de ardere;(Anexa 3)
- termometru portabil cu infraroșu IRtec P500;
- camera de termoviziune Testo 885-1 (Anexa 11)
- termometru digital (-50°C ÷ +1.200°C);
- manometre;
- contoare de căldură montate în punctele de distribuție și la consumatori;
- contor pentru măsurarea volumului de gaze naturale consumat;
- apometru;
- barometru atmosferic;
- psihrometru.

1.7. Puncte de măsură

- Debite:
 - gaze naturale consumate;
 - apă alimentare cazane;
 - debit hidraulic de apă caldă la ieșirea din CT și livrat consumatorilor;
 - energie termică produsă în CT și livrată consumatorilor.
- Temperaturi:
 - apă caldă intrare-ieșire cazane;
 - gaze de ardere evacuate la coș;
 - aer de combustie;
 - gaze naturale;
 - manta și plăci cazan (față-spate);
 - agent termic la capetele rețelelor termice (ieșire centrală termică și la consumatori și retur).
- Presiuni:
 - la finele cazanului;
 - barometrică.
- Umiditate:
 - umiditatea relativă a aerului de combustie.
- Analiza chimică elementară a gazelor de ardere:
 - gaze de ardere prelevate la finele cazanului.

2. Prezentarea generala a sistemului de alimentare cu caldura si acc a municipiului Galati

2.1 Scurt istoric

Municipiul Galati este amplasat în zona estică a țării, între gurile de vărsare ale Siretului și Prutului în Dunăre, pe malul stâng al fluviului, suprapunându-se pe terasele inferioare ale Câmpiei Covurluiului, având o latitudine nordică de 45°27" și o longitudine estică de 28°02". Conform recensământului din 2011, populația orașului era de 231204 locuitori, fiind al 7-lea oraș din țară după numărul de locuitori. Conform Planului Urbanistic General din 2008, actualizat în anul 2011, municipiul Galati se întinde pe o suprafață de 24.642 ha (teritoriu administrativ, aceasta incluzând și Lacul Brateș), din care suprafața intravilanului este de 5943 ha.

2.2 Situatia existenta

Sistemul actual de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) din municipiul Galati, alimentează cu energie termică cca 6000 de apartamente și 17 instituții publice, agenți economici și are următoarele componente principale:

- sursa de producere a energiei termice (cazane pe gaze naturale, instalate în 24 de puncte termice),
- circuitele primare – asigură transportul energiei termice între sursă cazane de apă caldă și schimbatoarele de caldura din punctele termice;
- rețele termice secundare – asigură distribuția energiei termice de la punctele termice către consumatorii finali;
- consumatorul final.

Operarea ansamblului sistemului centralizat de alimentare cu căldură (SACET), până la nivelul consumatorilor (clădirile acestora) și Administrarea serviciului public de termoficare, în conformitate cu prevederile Ordonanței Guvernului nr. 73/2002 și a prevederilor art. 38 și ale art. 46 din Legea nr.215/2001, este delegată la această dată către SC CALORGAL SA Galati care are ca obiect de activitate producerea și furnizarea energiei termice activități licențiate de către Autoritatea Națională de Reglementare a Serviciilor Comunale – ANRSC.

Societatea Comercială CALORGAL SA Galati a preluat punctele termice și rețelele secundare de transport energie termică (de la punctele termice până la limita de proprietate a blocurilor deservite).

Prin HCL nr. 384/30.09.2015 au fost transmise în concesiune către SC CALORGAL SA Galati bunurile aferente sistemului public de distribuție și furnizare a energiei termice aparținând domeniului public al municipiului Galati.

SACET (Sistemul de Alimentare Centralizată cu Energie Termică) al municipiului Galați, pana in 31.03.2018 a avut în componență următoarele elemente:

- Sursa pentru producerea energiei termice – SC Electrocentrale SA Galați
- Rețelele termice primare (RTP), pentru transportul energiei termice de la producător către distribuitor
- Sistemul de distribuție energie termică, care are în componență punctele termice (PT) și rețelele termice de distribuție (rețelele termice secundare – RTS), pentru apă caldă de consum – acc și pentru încălzire – înc.

Sursa pentru producerea energiei termice împreună cu rețelele termice primare (RTP) sunt în proprietatea SC Electrocentrale SA, societate comercială ce aparține de Ministerul Economiei, Comerțului și Relațiilor cu Mediul de Afaceri.

Sistemul de distribuție precum și rețelele termice secundare RTS), se află în proprietatea Consiliului Local al municipiului Galați, aceste active fiind concesionate către SC Calorgal SA.

Inițial, la sistemul de termoficare centralizată al municipiului Galați au fost racordate cca 90.000 de apartamente. În prezent, la nivelul lunii martie 2018, în sistem mai erau conectate un numar de 18.366 apartamente.

Tinand seama de numarul mare de debransari, de ineficienta tehnico-economica a sistemului de incalzire centralizata, Primaria Municipiului Galati, incepand cu anul 2017, a demarat in paralel doua programe ce au vizat urmatoarele:

- instalarea in toate unitatile de invatamant a unor capacitati proprii de productie a energiei termice;
- acordarea populatiei a unui ajutor financiar in cuantum de 3000 lei pentru asigurarea cu surse alternative de incalzire.

Ca urmare a acestor actiuni, numarul de abonati la SACET s-a redus semnificativ si, in urma unui studiu de oportunitate efectuat de Primaria Municipiului Galati, au fost selectate un numar de 24 de puncte termice in care s-au instalat cazane de apa calda cu functionare pe gaze naturale, in scopul asigurarii energiei termice pentru un numar de 6000 de apartamente si 17 institutii / agenti economici.

2.3 Structura si numarul consumatorilor

Proiectul prin care cele 24 de puncte termice au fost transformate in centrale de cvartal prevede producerea si furnizarea doar de agent termic pentru incalzire, nu si pentru apa calda.

Situatia consumatorilor deserviti in urma renuntarii la furnizarea energiei termice de catre SC Electrocentrale SA Galati si a transformarii celor 24 de puncte termice in centrale de cvartal, este prezentata in Tabelul 1.

Tabelul 1

Nr crt.	Centrala Termica	Numar apartamente racordate	Numar institutii/ agenti economici	Categorie punct termic (modernizat/nemodernizat)
1	SC 6 Micro 39	84		Modernizat
2	PT CSG Micr.40	762	1	Modernizat
3	SC 43 micro 21	267		Nemodernizat
4	PT 50 (icmrsg)	848		Nemodernizat
5	SC 7 Micro 39	195		Modernizat
6	SC 33 Micro 19	542		Modernizat
7	SC 50 Micro 19	298		Nemodernizat
8	SC 32 Micro 19	372		Modernizat
9	Camin C	40		Modernizat
10	SC 3 Micro 40	126		Modernizat
11	SC 17 anexa	68		Modernizat
12	PT 2 Tiglina 1	120		Modernizat
13	PT P 2 Port	538		Modernizat
14	PT 4 Tiglina 1	60		Modernizat
15	PT 0 Tiglina 1	407		Modernizat
16	SC 14 Mazepa1	220		Modernizat
17	PT 3 Tiglina 1	360		Modernizat
18	SC 1 Micro 40	420		Nemodernizat
19	SC 16 Mazepa1	181		Modernizat
20	PT 9 Tiglina 1	95		Modernizat
21	PT Policlinica	1	3	Nemodernizat
22	PT Cristal	-	7	Nemodernizat
23	PT Plomba	-	2	Modernizat
24	PT CFR 1	-	4	Nemodernizat
	TOTAL	6004	17	

In figura 1 este reprezentata harta cu amplasarea celor 24 de puncte termice transformate in centrale de cartier.

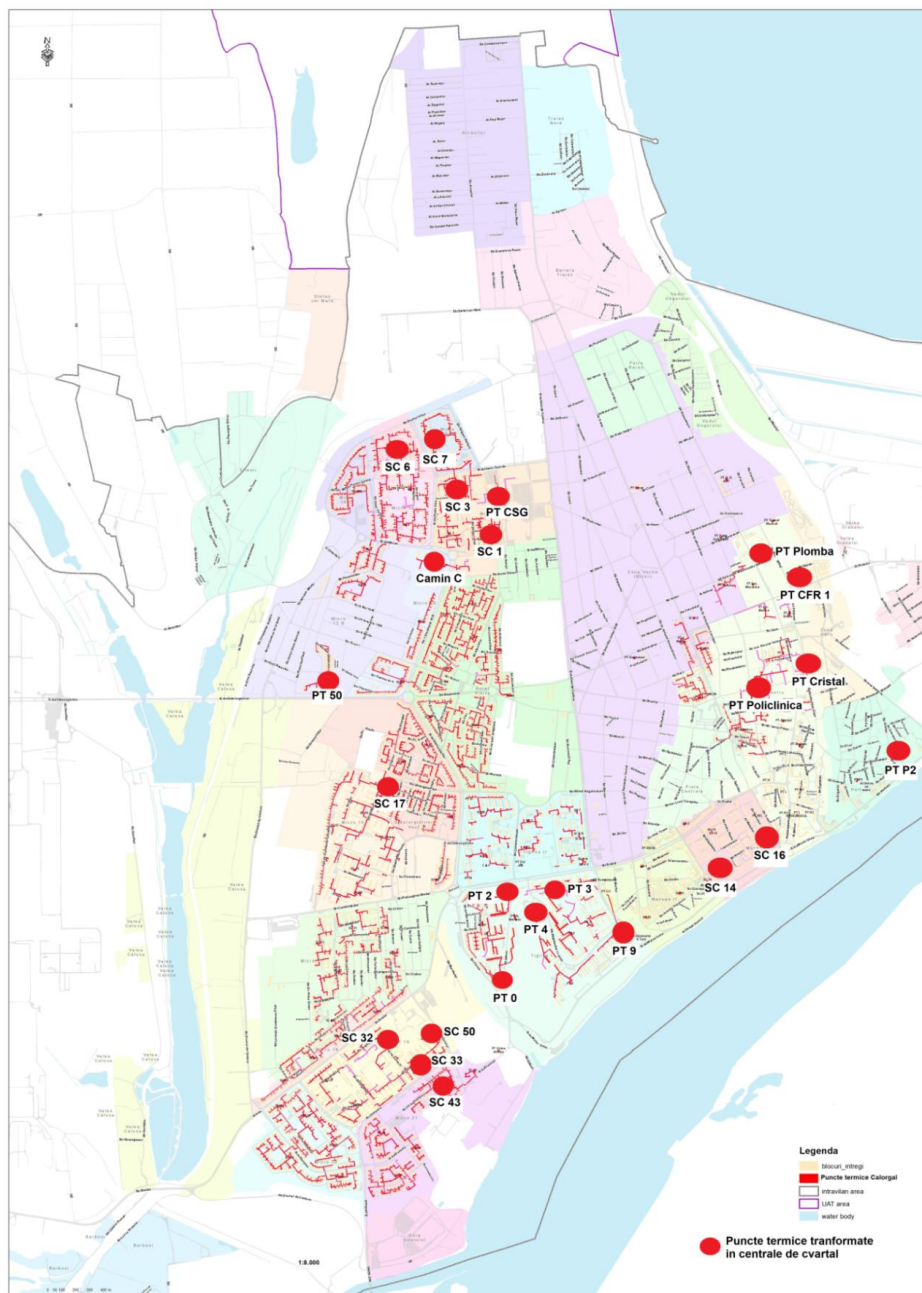


Figura 1. Amplasarea centralelor de cartier in municipiul Galati

3.BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL

3.1.BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR

3.1.1.Characteristici tehnice, constructive și funcționale ale cazanelor

Centralele termice din conturul de bilant au in componenta 10 cazane de apa calda si furnizează numai agent termic pentru încălzire la blocuri de locuit, case particulare, instituții de stat conform Tabelului 2.

Tabelul 2

Nr crt.	Punct termic	Numar apartamente racordate	Numar institutii/ agenti economici	Categorie punct termic (modernizat/nemodernizat)
1	CT1(CSG Micr.40)	762	1	Modernizat
2	CT2(SC43 micro 21)	267		Nemodernizat
3	CT3(PT 50 ICMRSG)	848		Nemodernizat
4	CT4 (SC 1 Micro 40)	420		Nemodernizat
5	CT5 (SC 16 Mazepa1)	181		Modernizat
	TOTAL	2478	1	

Cazanele utilizeaza combustibil gaze naturale. Centralele termice a fost modernizate montandu-se cazane de apă caldă construcție THERMOSTAHL tip ENERSAVE , cu puteri cuprinse între 232kW și 931 kW. Cazanele de apă caldă model THERMOSTAHL tip ENERSAVE sunt echipamente noi, moderne, de înaltă tehnologie, caracterizate prin randamente ridicate, temperaturi reduse ale gazelor de ardere și emisii reduse de noxe. În figura 2 este prezentată schema de principiu a fluxului tehnologic de producere a energiei termice în centralele termice.

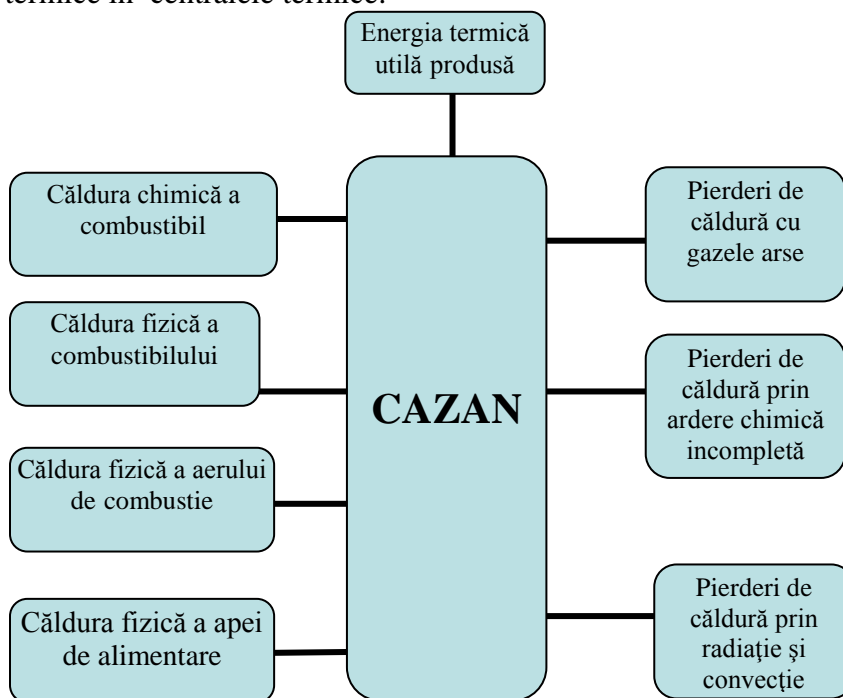


Figura 2 Schema termodinamică a centralelor termice

3.1.2.Descrierea cazanului

ENERSAVE este un cazan presurizat din oțel de înaltă eficiență cu funcționare pe combustibil gazos sau lichid. Principiul de funcționare se bazează pe întoarcerea flăcării în focar. Toate suprafețele care vin în contact cu flacăra sunt răcite de apă.

Construcție cilindrică, cu focar de mari dimensiuni, suprafață extinsă de schimb termic și turbionatori pentru creșterea eficienței arderii. Având contrapresiune în focar, cazanul este proiectat să funcționeze cu arzătoare presurizate pe combustibil gazos sau lichid (arzătorul nu este inclus în furnitura standard a cazanului).

Cazanul are construcție robustă, garantată de controlul calității în fiecare etapă a producției. Presiunea nominală de lucru este 4 bar sau 6 bar. Pentru gama de putere 116-698kW este disponibilă varianta de cazan modular.

Panou de comandă compatibil pentru arzătoare cu funcționare în una sau două trepte. Testat și marcat CE, conform Standardului European EN 303-3.



Figura 3. Cazan de apă caldă Thermostahl tip Enersave

3.1.3. Caracteristici constructive care asigură obținerea unui înalt randament de funcționare

- Focar circular cu suprafață extinsă de schimb termic;
- Construcție robustă, monobloc;
- Eficiență ridicată, până la 93%; Conform cu Directiva Europeană de Eficiență Energetică aplicabilă aparatelor consumatoare de gaz;
- Schimbător de căldură cu țevi și turbionatori din oțel inoxidabil;
- Construcție cu fund umed;

- Panou de comandă cu termostat de siguranță. Asigură control termostatic pentru arzător și pompă;
- Compatibil cu toate arzătoarele europene;
- Presiune de lucru 4 până la 6bar, conform nevoilor specifice;
- Materiale și componente de înaltă calitate.

Parametrii nominali ai cazanului de apă caldă Thermostahl tip Enersave sunt prezentați în Tabelul 3

Tabelul 3

Nr. crt.	Parametrii nominali	Simbol	UM	Valoare		
				4	5	6
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea termică utilă	P_u	kW	232	349	931
2.	Temperatura maximă a apei calde la ieșirea din cazan	t_a	°C	110	110	110
3.	Presiunea maximă a apei în cazan	p	bar	4	4	4
4.	Pierdere de presiune pe circuitul de gaze arse	Δp	mmH ₂ O	10-20	20-30	30-40
5.	Temperatură gaze de ardere evacuate la coș	t_{ga}	°C	180	180	180
6.	Temperatura maximă a pereților exteriori	t_m	°C	35	35	35
7.	Temperatură maximă a plăcilor	t_p	°C	50	50	50
7.	Diferență temperatură tur-retur	Δt	°C	15-20	15 - 20	15 - 20
8.	Combustibil utilizat	-	-	gaze naturale		
9.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1,1 – 1,2	1,1-1,2	1,1-1,2
10.	Randament minim garantat	η	%	93	93	93
11.	Capacitate totală	V	litri	427	607	1052
12.	Masa netă	m	kg	747	885	2510

3.1.4. Caracteristici tehnice arzătoare

Cazanele Thermostahl sunt echipate cu arzătoare de gaz tip GAS X5/2, GAS XP60/2 și GAS P100/6TL. Caracteristicile tehnice ale arzătoarelor sunt prezentate în Anexa 4.

Arzătoarele sunt cu aer insuflat, modulante, funcționând pe gaze naturale și cu emisii reduse de NO_x.

3.1.5. Pompe

Pompele de circulație apă tur-retur sunt tip **Willo IPL 50/120** și **Willo IPL 50/130**.

Alimentarea cu apă a cazanului se face în mod normal de la rețea prin intermediul unei pompe.

3.1.6. Instalații și utilaje auxiliare

Schimbător de căldură cu plăci – pentru preparat apă caldă de consum.

Vas de expansiune – de tip închis cu membrană,.

Stație de tratare apei de alimentare a cazanelor

3.2. Mărimi necesare bilanțului termoenergetic real al cazanelor

3.2.1. Conturul bilanțului

Conturul bilanțului: limitele fizice ale celor 10 cazane (4 x 931 kW, 4 x 349 kW și 2 x 232kW).

3.2.2. Metoda de calcul

Bilanțul termoenergetic real s-a calculat prin metoda directă. Cantitățile de căldură s-au calculat în raport cu temperatura de referință $t_{ref} = 0^{\circ}\text{C}$ ($T_{ref} = 273\text{ K}$) și s-au raportat la unitatea de timp, ora.

3.2.3. Ecuația bilanțului termoenergetic

$$Q_i = Q_e \quad (1)$$

unde:

Q_i - căldura intrată în contur [kJ/h]

Q_e - căldura ieșită din contur [kJ/h]

$$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L \quad (2)$$

unde:

Q_{ccb} - căldura chimică a combustibilului [kJ/h]

Q_{fcb} - căldura fizică a combustibilului [kJ/h]

Q_L - căldura sensibilă a aerului de combustie [kJ/h]

$$Q_e = Q_u + \sum Q_p \quad (3)$$

unde:

Q_u - căldura utilă [kJ/h]

$\sum Q_p$ - suma cantităților de căldură pierdute [kJ/h]

$$\sum Q_p = Q_{cga} + Q_{ga} + Q_{per} \quad (4)$$

unde:

Q_{cga} - căldura pierdută prin ardere chimică incompletă [kJ/h]

Q_{ga} - căldura pierdută prin entalpia gazelor de ardere evacuate la coș [kJ/h]

Q_{per} - căldura pierdută prin pereții cazanului în mediul ambiant [kJ/h]

Înlocuind termenii explicitați în ecuația (1), rezultă:

$$Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L = Q_u + Q_{cga} + Q_{ga} + Q_{per} \quad (5)$$

Calculul componentelor de bilanț termoenergetic real

Căldura intrată în contur

3.2.4. Căldura chimică a combustibilului

$$Q_{ccb} = B \cdot H_i \quad [\text{kJ/h}] \quad (6)$$

3.2.5. Căldura fizică a combustibilului

$$Q_{fcb} = B \cdot i_{gn} \quad [\text{kJ/h}] \quad (7)$$

3.2.6. Căldura fizică a aerului de combustie

$$Q_L = \lambda \cdot L_{\min} \cdot i_{aer} \cdot B \quad [\text{kJ/h}] \quad (8)$$

3.2.7. Căldura totală intrată în contur

$$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L \quad [\text{kJ/h}] \quad (9)$$

Căldura ieșită din contur

3.2.8. Căldura utilă

$$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r) \quad [\text{kJ/h}] \quad (10)$$

3.2.9. Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă

$$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} \text{ CO} + H_i^{H_2} \text{ H}_2 + \sum H_i^{C_nH_m} \cdot C_nH_m)] \quad [\text{kJ/h}] \quad (11)$$

unde:

H_i – puterea calorică inferioară a elementelor componente ale gazelor de ardere

$H_2 = 0$

$C_nH_m = 0$

3.2.10. Căldura pierdută prin entalpia gazelor de ardere evacuate la coș

$$Q_{ga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga} \quad [\text{kJ/h}] \quad (12)$$

3.2.11. Căldura pierdută prin radiație și convecție în mediul ambiant

Pierderile de căldură prin carcasa cazanului, notate cu α_{ge} , pot fi calculate cu relația 13 dacă puterea termică instalată a cazanului este în domeniul 20 – 1000 kW.

$$\alpha_{ge} = c_1 - c_2 \cdot \log\left(\frac{\Phi_{cmb}}{1000 \text{ W}}\right) \quad [\%] \quad (13)$$

c_1, c_2 – parametri dați în tabelul 4

Φ_{cmb} – puterea termică la arzător

Tabelul 4 – Valori ale parametrilor c_1 și c_2

Tipul izolației cazanului	c_1 [%]	c_2 [%]
Cazan bine izolat, eficiență ridicată	1,72	0,44
Cazan bine izolat și întreținut	3,45	0,88
Cazan vechi mediu izolat	6,90	1,76

$$Q_{\text{per}} = \alpha_{\text{ge}} (Q_{\text{ccb}} + Q_{\text{fcb}} + Q_{\text{L}}) \cdot 1/100 \quad [\text{kJ/h}] \quad (14)$$

unde:

q – pierderea procentuală de căldură în mediul ambiant. Se ia din Nomograma pentru determinarea pierderilor prin radiație și convecție pentru cazane de apă caldă.

3.2.12. Căldura totală ieșită din contur

$$Q_e = Q_u + Q_{\text{cga}} + Q_{\text{ga}} + Q_{\text{per}} \quad [\text{kJ/h}] \quad (15)$$

3.2.13 Eroarea de închidere a bilanțului

Eroarea de închidere a bilanțului se determină calculând diferența dintre cantitatea de căldură intrată în contur (Q_i) și cantitatea de căldură ieșită din contur (Q_e), raportată la cantitatea de căldură intrată în contur.

$$\varepsilon = \Delta Q / Q_i \times 100 \quad (16)$$

unde $\Delta Q = Q_i - Q_e$ [kJ/h]

3.3 Calculul mărimilor necesare elaborării bilanțului termoenergetic

Pe baza parametrilor măsurați se determină mărimile de calcul necesare elaborării bilanțului termoenergetic real.

3.3.1. Puterea calorifică inferioară a gazelor naturale (H_i)

$$H_i = \sum V_{jx} \cdot H_{ij} \quad [\text{kJ/Nm}^3] \quad (17)$$

unde:

V_{jx} - participația volumică a elementelor combustibile în gazele naturale, (%)

H_{ij} - puterea calorifică inferioară a elementelor combustibile din gazele naturale, (kJ/Nm³)

$$H_i = 37080 \text{ kJ/Nm}^3$$

$$H_i = 10.3 \text{ kWh/Nm}^3$$

Valorile puterii calorifice inferioare sunt cf. cu Buletinul de analiză cromatografică emis de Rompetrol Quality Control SRL, pus la dispoziție de către beneficiar. (Anexa 10)

3.3.2 Cantitatea teoretică de oxigen necesară arderii complete a unui Nm³ de g.n.

$$Q_{\text{min}} = 0.5 [(CO) + (H_2)] + \sum (m + n/4)(C_m H_n) + 1.5 (H_2S) - (O_2) \quad (18)$$

$$Q_{\text{min}} = 0.5 \cdot 0.004 + 2 \cdot 0.9851 + 3 \cdot 0.004$$

$$Q_{\text{min}} = 1.984 \text{ Nm}^3 \text{ O}_2/\text{Nm}^3_{\text{gn}}$$

3.3.3. Cantitatea teoretică de aer minim necesar arderii complete a 1 Nm³ de g.n.

$$L_{\text{min}} = Q_{\text{min}}/0.21 \quad [\text{Nm}^3_{\text{aer}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}] \quad (19)$$

$$L_{\min} = 1.984/0.21$$

$$L_{\min} = 9.447 \text{ Nm}^3_{\text{aer}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}$$

3.3.4. Cantitatea reală de aer necesară arderii unui Nm^3 de g.n.

$$L = \lambda \cdot L_{\min} \quad [\text{Nm}^3_{\text{aer}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}] \quad (20)$$

unde:

λ – coeficientul excesului de aer

Volumul gazelor de ardere

3.3.5. Volumul teoretic al gazelor de ardere

$$V^0_{\text{ga}} = (\text{co}) + (\text{h}_2) + \Sigma (m + n/2)(\text{co}_2) + (\text{h}_{2s}) + 0,79 L_{\min} + (\text{n}_2) \quad [\text{Nm}^3_{\text{ga}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}] \quad (21)$$

$$V^0_{\text{ga}} = 0,004 + 3 \times 0,9851 + 4 \times 0,004 + 0,79 \times 9,447 + 0,0049$$

$$V^0_{\text{ga}} = 10,44 \text{ Nm}^3_{\text{ga}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}$$

3.3.6. Volumul real de gaze de ardere rezultat din arderea unui Nm^3 de g.n.

$$V_{\text{ga}} = V^0_{\text{ga}} + (L - L_{\min}) = V^0_{\text{ga}} + L_{\min} (\lambda - 1) \quad [\text{Nm}^3_{\text{ga}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}] \quad (22)$$

3.3.7. Entalpia gazelor de ardere (i_{ga})

$$i_{\text{ga}} = i_{\text{O}_2} (\text{O}_2\%) + i_{\text{CO}_2} (\text{CO}_2\%) + i_{\text{CO}} (\text{CO}\%) + i_{\text{N}_2} (\text{N}_2\%) \quad [\text{kJ}/\text{Nm}^3] \quad (23)$$

Valorile entalpiilor componentelor gazelor de ardere au fost extrase din Tabele termodinamice, Ed.Tehnica1978, autor Kuzman Raznjevic, pag. 302, iar pentru temperatura gazelor de ardere s-au calculat prin interpolare.

3.3.8. Entalpia combustibilului gaze naturale (i_{gn})

Entalpia gazelor naturale la $t_{\text{gn}} = 6^\circ\text{C}$, determinată din Tabele și diagrame termodinamice prin interpolare, pag.303 Kuzman Raznjevic

3.3.9. Entalpia aerului de combustie (i_{aer})

Entalpia aerului de combustie, s-a determinat din Tabele și diagrame termodinamice prin interpolare, pag 302 Kuzman Raznjevic (vezi bibliografie, pct.10)

3.3.10. Căldura specifică a apei (c_a)

Căldura specifică a apei pe circuitul de încălzire tur, s-a calculat prin interpolare din Tabele și diagrame termodinamice, pag. 79, Kuzman Raznjevic.

3.4. Măsurarea parametrilor de funcționare a cazanelor

Valorile parametrilor de funcționare ai cazanelor au fost determinate prin măsurători directe, cu aparate de măsură portabile și cu aparate de măsură montate în panourile AMCR.

La efectuarea măsurătorilor parametrilor de funcționare ai cazanelor s-a acordat o atenție deosebită stabilirii punctelor, metodelor și mijloacelor de măsurare, cât și amenajării punctelor de prelevare a probelor, întrucât acuratețea bilanțului energetic și a concluziilor analizei acestuia depind în mod esențial de calitatea măsurătorilor.

Pe lângă valorile parametrilor de funcționare ai cazanelor determinate prin măsurători directe s-au mai folosit registrele de evidență statistică a beneficiarului, date culese din literatura de specialitate, prospecte, cartea tehnică a cazanului, etc.

Proprietățile gazelor naturale au fost luate din Buletinul de analiză cromatografică pus la dispoziția beneficiarului de către furnizorul de gaze naturale și prezentat în copie.(Anexa 10)

4. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT1 MARIMI MASURATE LA CAZANELE DIN CT1 (SC1-MICRO40)

4.1 Marimi masurate la cazanele din CT1

În Tabelul 5 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT1.

Tabelul 5

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					Cazan1	Cazan 2
0	1	2	3	4	5	6
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	5.8	5.8
			CO ₂	%	8.4	8.5
			CO	ppm	21	29
			N ₂	%	85.78	85.6
			NO	ppm	48	49
			NO _x	ppm	50	51
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	92	91.9
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	174	177
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mbar	0.03	0.04
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.39	1.38
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	18	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	52	53
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91	95
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95	97
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _{ur} t _t	°C	67.5	67
			retur t _r	°C	57	56

11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	21.21	15.28
				kWh/h	218.03	164.49
12.	Puterea calorică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica Anexa 10	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	
14.	Debit apă cazan	debitmetru	D _a	m ³ /h	15.73	11.85
15.	Pres.barometrică	barometru	p _b	mmHg	755	
16.	Umiditate relativă	psihrometru	UR	%	75	

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT1-tabelul 6

Tabelul 6

Nr crt	Perioada	Energie termica produsa [Gcal]	Energie termica facturata [Gcal]	Apa de adaos [mc]	Temperatura iesire CT		Temperatura consumator		Timp funct. [ore]
					t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	
1	Dec.	16.318	9.76	531	55	47	54	49	2830
2	Ian.	217.18	162.17	504	56	46	54	48	
3	Feb	548.45	115.69	374	54	45	53	47	
4	Mar	163.45	83.83	360	55	47	54	49	
5	Apr	102.01	44.96	133	56	46	54	48	

4.2 Mărimi calculate

În Tabelul 7 sunt prezentate mărimile calculate

Tabelul 7

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	C1	C2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorică inferioară a g.n.	H _i	kJ/Nm ³	37080		Cf. analiza cromatografica Anexa 10
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm ³	0,73		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L _{min}	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	9,447		Calculat la pct. 3.3.3
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm ³ g.n.	L	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	13.13	13.03	Calculat la pct. 3.3.4

5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V_{ga}^o	Nm^3_{ga}/Nm^3_{gn}	10,44		Calculat la pct. 3.3.5
6.	Volumul real al gazelor de ardere	V_{ga}	Nm^3_{ga}/Nm^3_{gn}	14.12	14.03	Calculat la pct. 3.3.6
7.	Entalpia gazelor de ardere	i_{O_2}	kJ/Nm^3	231.85	235.91	Calculat la pct. 3.3.7
		i_{CO_2}		308.73	314.35	
		i_{CO}		227.29	231.23	
		i_{N_2}		226.76	230.68	
		i_{ga}		234.04	237.87	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i_{gn}	kJ/Nm^3	11.71	11.71	Tabele Kuzman Raznjevic
9.	Entalpia aerului de combustie	i_{aer}	kJ/Nm^3	23.22	23.22	Tabele Kuzman Raznjevic
10.	Căldura specifică a apei	c_{atur}	$kJ/kg.grd$	4.194	4.193	Calculat la pct. 3.3.10
		c_{aretur}		4.189	4.188	
11.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.39	1.38	Măsurat

Componentele bilanțurilor termoenergetice reale pentru CT1 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, in Tabelul 8:

Tabelul 8

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan 1		Cazan 2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	784922.69	99.18	592194.38	99.19
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B \times i_{gn}$	237.42	0.03	191.05	0.032

3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L_{\min} \cdot i_{\text{aer}} \cdot B$	6173.01	0.78	4656.83	0.78
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{\text{ccb}} + Q_{\text{fcb}} + Q_L$	791412.28	100	597030.33	100
MĂRIMI IEȘITE							
1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_f)$	692090.03	87.45	521386.58	87.33
2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{\text{ga}} = V_{\text{ga}} \cdot B \cdot i_{\text{ga}}$	66953.47	8.46	50986.39	8.54
3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{\text{cga}} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{\text{ga}} \cdot (H_i^{\text{CO}} \text{CO})$	0	0	0	0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{\text{per}} = \alpha_{\text{ge}} (Q_{\text{ccb}} + Q_{\text{fcb}} + Q_L) \cdot 1/100$	24533.78	3.1	15522.78	2.6
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	7755.84	0.98	9134.58	1.51
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{\text{ga}} + Q_{\text{cga}} + Q_{\text{per}} + \varepsilon$	791412.28	100	597030.33	100

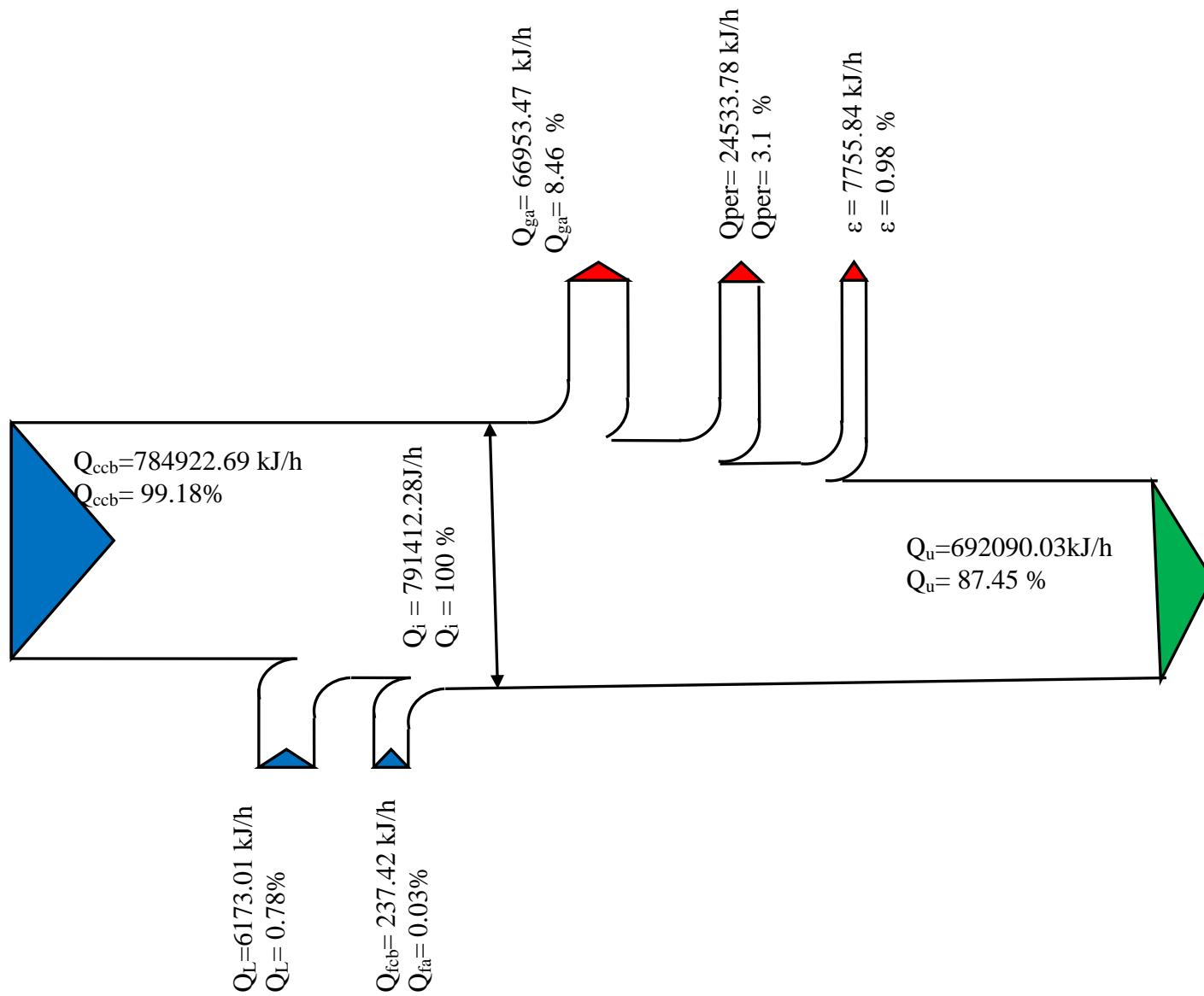


Figura 4 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT1

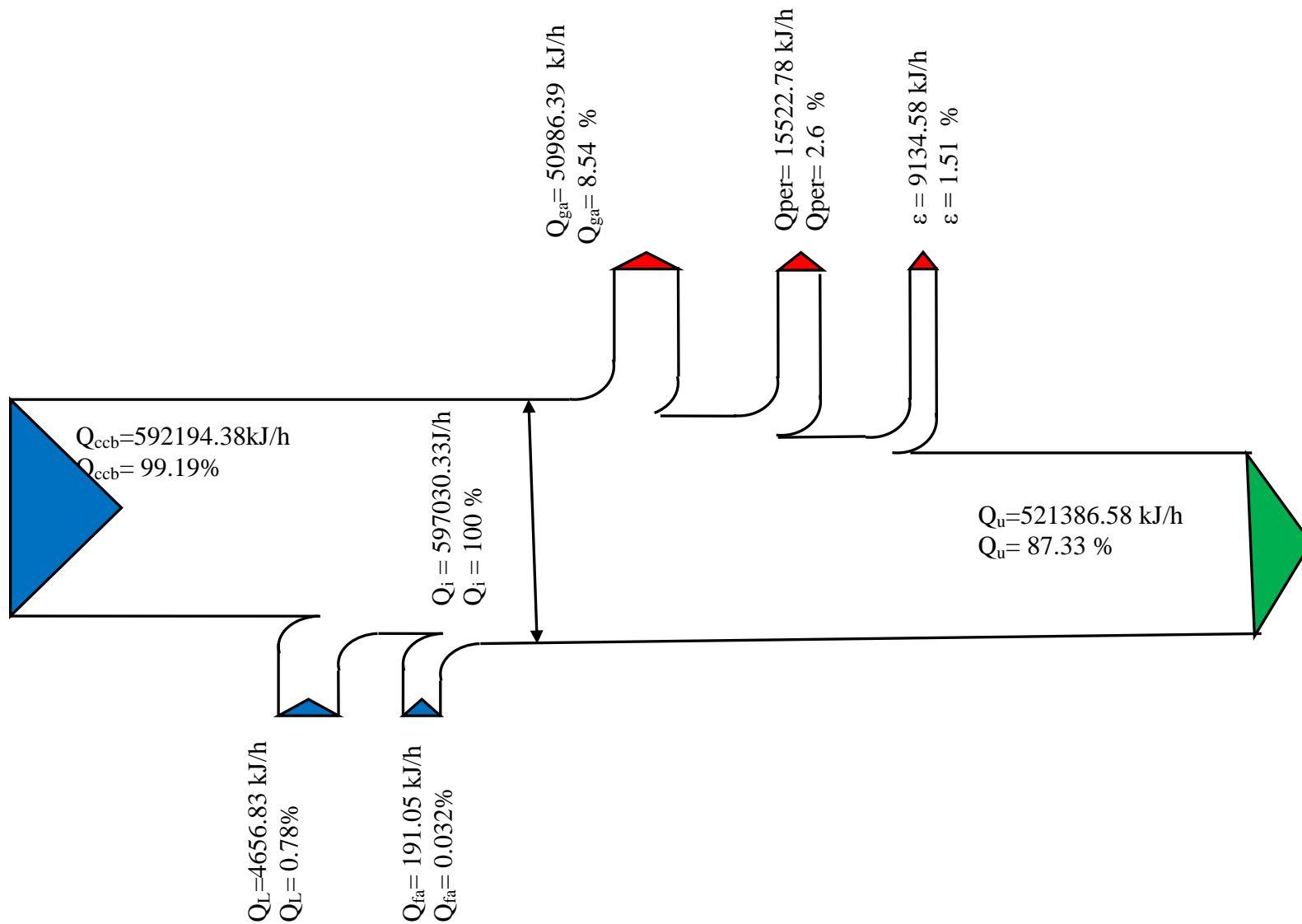


Figura 5 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT1

4.3.Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor

Indicatorii reali de eficiență energetică caracterizează gradul de economicitate și de siguranță în funcționarea cazanelor pe o perioadă de timp determinată.

Analiza indicatorilor reali de eficiență energetică permite determinarea abaterilor de la regimul de funcționare stabilit prin proiect, cât și nivelul economicității și rentabilității în funcționarea cazanelor.

4.4 Randamentul termic brut (η_{tb})

Randamentul termic brut al cazanelor reprezintă un indice calitativ pentru caracterizarea funcționării acestora.

$$\eta_{tb} = Q_u / (Q_i - Q_{fcb} - Q_L) \cdot 100 \quad [\%] \quad (24)$$

4.5 Randamentul termic de exploatare (η_{te})

Randamentul termic de exploatare (η_{te}) al cazanului reprezintă un indice calitativ pentru caracterizarea funcționării acestuia.

$$\eta_{te} = Q_u / Q_i \cdot 100 \quad [\%] \quad (25)$$

4.6 Consumul specific de combustibil (c_b)

Consumul specific de combustibil este un indicator de eficiență energetică cantitativ.

$$C_b = (B \times H_i) / 7000 \cdot Q_u \quad [\text{kgcc/Gcal}] \quad (26)$$

sau

$$c_b = (B \times H_i) / \eta \cdot Q_i \quad [\text{kJ}_{\text{comb}}/\text{kJ}_{\text{căldură}}] \quad (27)$$

În Tabelul 9 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele doua cazane de apă caldă din CT1.

Tabelul 9

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	UM	Valoare	
				Cazan 1	Cazan 2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	%	88.18	88.05
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	%	87.45	87.33
3.	Consumul specific de combustibil	c_b	kgcc/Gcal	162	162.24
			Nm ³ /Gcal	133	133.2
			kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.132	1.159

4.7. Componentele bilanțului termoenergetic real CT1

Conturul de bilanț pe total CT1 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT 1, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componetele bilanțului termoenergetic real pe CT1 sunt prezentate în Tabelul 10 .

Tabelul 10

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1	Energia intrată în CT1 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie)	Q_i	1388442.61	100
2.	Energie produsă în CT1	Q_u	1213360	87.39
3.	Pierderi în CT1, din care:	Q_p	165780.04	11.94
4	- prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	-	-
5	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	118017.62	8.5
6	- prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q_{per}	38876.39	2.8
7	- prin transfer termic în mediul ambiant (conduțe de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	8886.032	0.64
8	Pierderi de căldură prin transfer masic	Q_m	-	-
9	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	11884.03	0.88
Indicatori de eficiență energetică				
1.	Randament CT1	η_{CT}	-	87.39

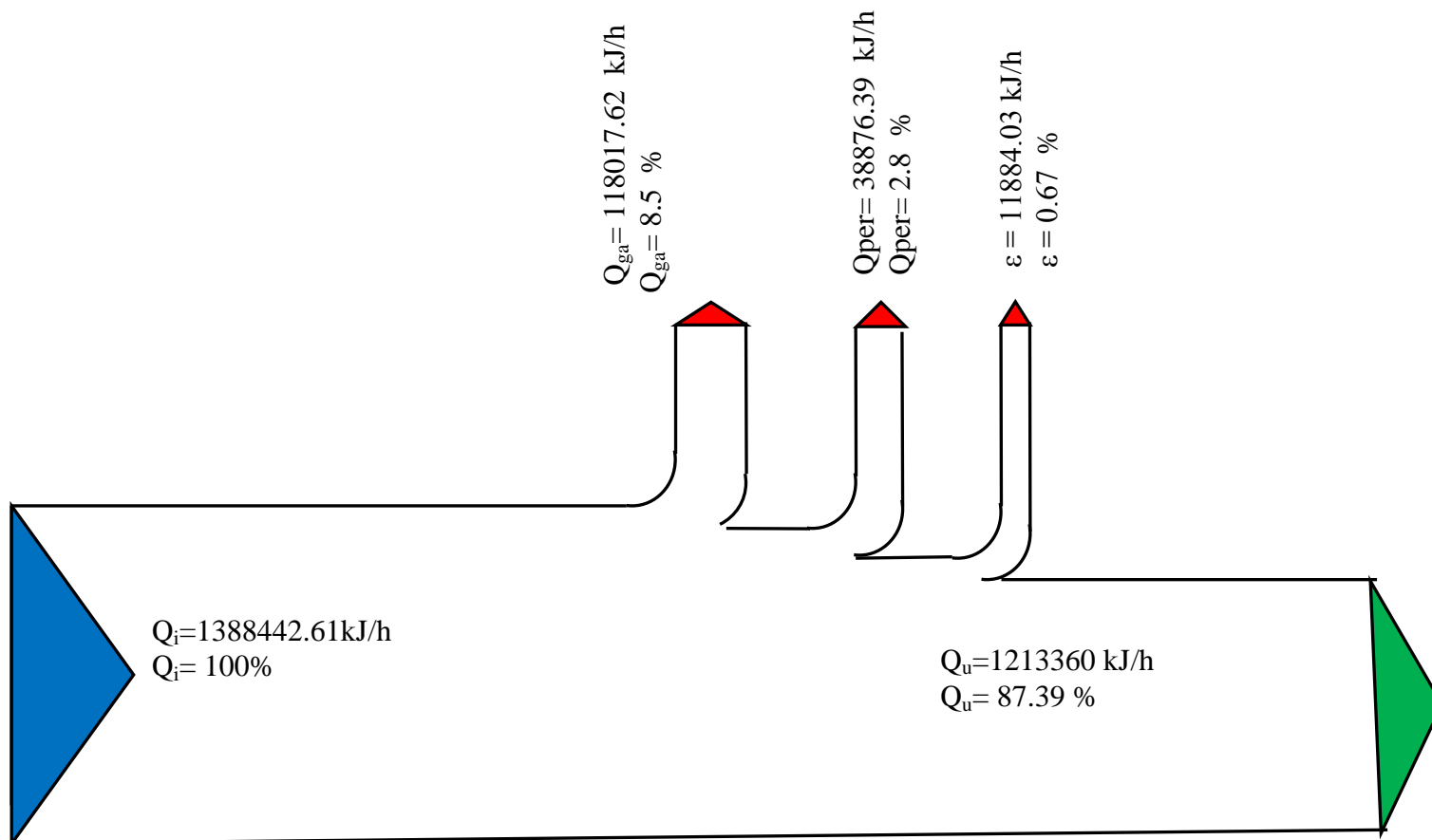


Figura.6 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la CT1

5. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 1 (SC1-Micro 40)

5.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT1

Rețelele de transport energie termică, de la punctele termice până la limita de proprietate a consumatorilor deserviti, au rămas nemodificate. Acestea sunt supradimensionate, au peste 25 de ani vechime, cu izolația deteriorată, corodate, fapt care, în sezonul rece 2018 – 2019, a condus la numeroase avarii, creșterea pierderilor masive de agent termic datorat stării rețelelor și armaturilor. Rețelele de transport a agentului termic funcționează cu eficiență redusă, consumuri specifice mari, situație care se datorează în primul rând uzurii fizice și morale avansate a conductelor existente. Traseul rețelelor secundare racordate la CT 1 este prezentat în Figura 7.

Din traseul total al rețelelor secundare racordate la CT 1 au rămas doar cele marcate cu linie roșie. Gradul de izolare al rețelelor este deteriorat în proporție de 40%. Izolația conductelor este realizată din vată minerală și carton bituminos.



Figura 7 Traseul rețelelor secundare racordate la CT 1

5.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic

5.2.1. Calculul pierderilor de căldură în rețele termice montate îngropat în canale nevizitabile

Pierderile specifice de căldură (pentru 1 m liniar de conductă) printr-o conducte preizolată termic montată în sol se calculează cu relația:

$$q = k \cdot (t_m - t_{sol}) / (1 + K \cdot R_{sol}) [W/m] \quad (28)$$

în care:

t_m [$^{\circ}C$] - temperatura medie a agentului termic ;

t_{sol} [$^{\circ}C$] - temperatura solului la adâncimea de pozare ;

t_{sol} [$^{\circ}C$] = + 5 $^{\circ}C$

k [$W/m^2 \cdot K$] - coeficientul global de transmisie a căldurii:

$$k = 1 / \left(\frac{1}{2 \pi \lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_i} + \frac{1}{2 \pi \lambda_m} \ln \frac{d_m}{d_e} \right) \quad (29)$$

în care:

λ_{iz} = 0.034 [$W/m \cdot K$] - conductivitatea termică a izolației;

λ_m = 0.055 [$W/m \cdot K$] - conductivitatea termică a mantalei de protecție a țevii;

d_{iz} [m] - diametrul termoizolației;

d_e [m] - diametrul exterior al conductei;

d_m [m] - diametrul exterior al mantalei de protecție;

$$R_{sol} = \frac{1}{2 \pi \lambda_{sol}} \ln \frac{4h}{d_m}$$

în care:

λ_{sol} [$W/m \cdot K$] - conductivitatea termică a solului;

h [m] - adâncimea de îngropare a conductei;

$\lambda_{sol} = 2 W/m \cdot K$

$h = 0.8 m$

5.2.2. Calculul pierderilor de căldură în rețele termice aeriene

Pierdere specifică de căldură printr-o conductă montată aerian se calculează cu formula:

$$q = \Delta t / R = (t_f - t_o) / (R_{iz} + R_{sp} + R_e) \quad (30)$$

unde:

t_f [$^{\circ}C$] - temperatura fluidului care circulă prin instalație;

t_o [$^{\circ}C$] - temperatura mediului ambiant;

R_{iz} , R_{sp} [$m^2 K/W$] - rezistența termică la trecerea căldurii prin conductivitate prin stratul de izolație de bază și prin stratul de protecție;

R_e [m^2K/W] - rezistența termică la trecerea căldurii prin convecție de la suprafața exterioară a conductei izolate la mediul ambiant;

R [m^2K/W]- rezistența termică totală;

Pierderea totală de căldură printr-o conductă se calculează cu formula:

$$\Delta Q_{pR} = q \cdot L_c = q \cdot (KL + l) \quad (31)$$

unde:

q [W/m] – pierderea specifică de căldură (fluxul termic)

L_c [m]- lungimea de calcul (echivalentă) a conductei

K [$W/m^2 \cdot K$]- coeficient care exprimă pierderile suplimentare de căldură prin elementele de susținere a conductei;

L [m] - lungimea geometrică a conductei

l [m] - lungime de conductă izolată care echivalează pierderile de căldură prin organele de închidere și prin îmbinări

În Tabelul 11 sunt prezentate pierderile specifice de caldura si pierderile orare de caldura la rețelele secundare conectate la CT1 (CS1-Micro 40).

Tabelul 11

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de caldura		Pierderi de caldura	Grad de deteriorare a izolatiei
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolatie [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]	
					Tur	Retur	Tur+Retur	
1.	Rețea termică îngropată	63	40	163	270.8	237.6	20336	50
2.		76	27	176	328.68	256.72	15805.8	60
3.		133	22	233	477.8	334.52	17871.04	50
4.		168	61	268	509.76	428.44	57230.2	40
5.		219	40	319	538.88	492.84	41268.8	50
6.	Total				2125.92	1750.12	152511.8	

Pierderile de caldura prin transfer termic sunt $Q_{prt}=152511.8$ kJ/h=42.36kWh=0.036Gcal/h, ceea ce reprezinta 12.4 % din energia produsa in CT1.

5.2.3. Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic)

Pierderile de căldură prin transfer masic se determină în funcție de cantitatea medie orară a apei de daos în rețelele analizate și volumul acestora .

Relațiile de calcul sunt:

$$m_{pt} = a/100 \quad [t/h] \quad (32)$$

unde:

m_{pt} [t/h]- pierderea medie orară de agent termic;

a – pierderea masică de agent termic, medie anuală, exprimată în procente din volumul instalației în funcțiune, în %;

V – volumul instalației în funcțiune (volumul rețelelor termice secundare, încălzire și apă caldă de consum)

$$V = \sum_{i=1}^n \Pi \cdot D_i^2 / 4 \cdot L_i \quad (33)$$

unde:

D_i – diametrul interior al tronsonului „i” de conductă, în m;

L_i – lungimea tronsonului „i” de conductă, în m;

$$Q_{ptm}^h = m_{pt} [c_1 (t_T + t_R) / 2 - c_2 \cdot t_{aad}] \cdot 10^{-3} \quad [\text{kJ/h}] \quad (34)$$

unde:

t_T – temperatura agentului termic pe tur, în °C;

t_R – temperatura agentului termic pe retur, în °C;

t_{aad} – temperatura apei de adaos, °C;

c_1 [kJ/kgK] – căldura specifică a apei calde, la temperatura medie a temperaturilor t_T și t_R ,

c_2 [kJ/kgK] – căldura specifică a apei de adaos

Q_{ptm}^h [kJ/h] – pierderi orare de căldură prin transfer masic.

$$Q_{ptm}^{an} = Q_{ptm}^h \cdot T \quad [\text{kJ/an}] \quad (35)$$

unde:

Q_{ptm}^{an} [kJ/an] – pierderi anuale de căldură prin transfer masic

T – timpul anual de funcționare a instalației.

În Tabelul 12 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT1, pe lungimi și diametre.

Tabelul 12

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire		
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică îngropată	61	40	0.12
2.		74	27	0.122
3.		131	22	0.305
4.		166	61	1.35
5.		217	40	1.50

În tabelul 13 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masic.

Date de calcul:

$t_T=56$ °C

$t_R=46$ °C

$c_1=4.194$ kJ/kgK

$c_2=4.189$ kJ/kgK

$t_{add}=10$ °C

Tabelul 13

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos		
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Cantitate anuala [m ³ /an]	Temp. [°C]
1	3.41	0.67	19.6	120402.8	86.46	0.67	2068.96	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm}=120402.8$ kJ/h=3.44 kWh=0.028Gcal/h, ceea ce reprezinta 9.92 % din energia produsa in CT1.

In tabelul 14 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT1.

Tabelul 14

Nr. crt	Energie termica livrata		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.29	1213360	0.22	920480	0.073	305432	22.5

5.3. Bilanț termooenergetic real rețele termice

In tabelul 15 sunt prezentate componentele bilantului termooenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT1

Tabelul 15

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT1	Q_i	1213360	100
2.	Pierderi de căldură în rețele	Q_{pR}	272914.6	22.5
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	152511.8	12.57
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	120402.8	9.92
5	Energia facturată	Q_f	920480	75.86
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	19965.4	1.64
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	75.86

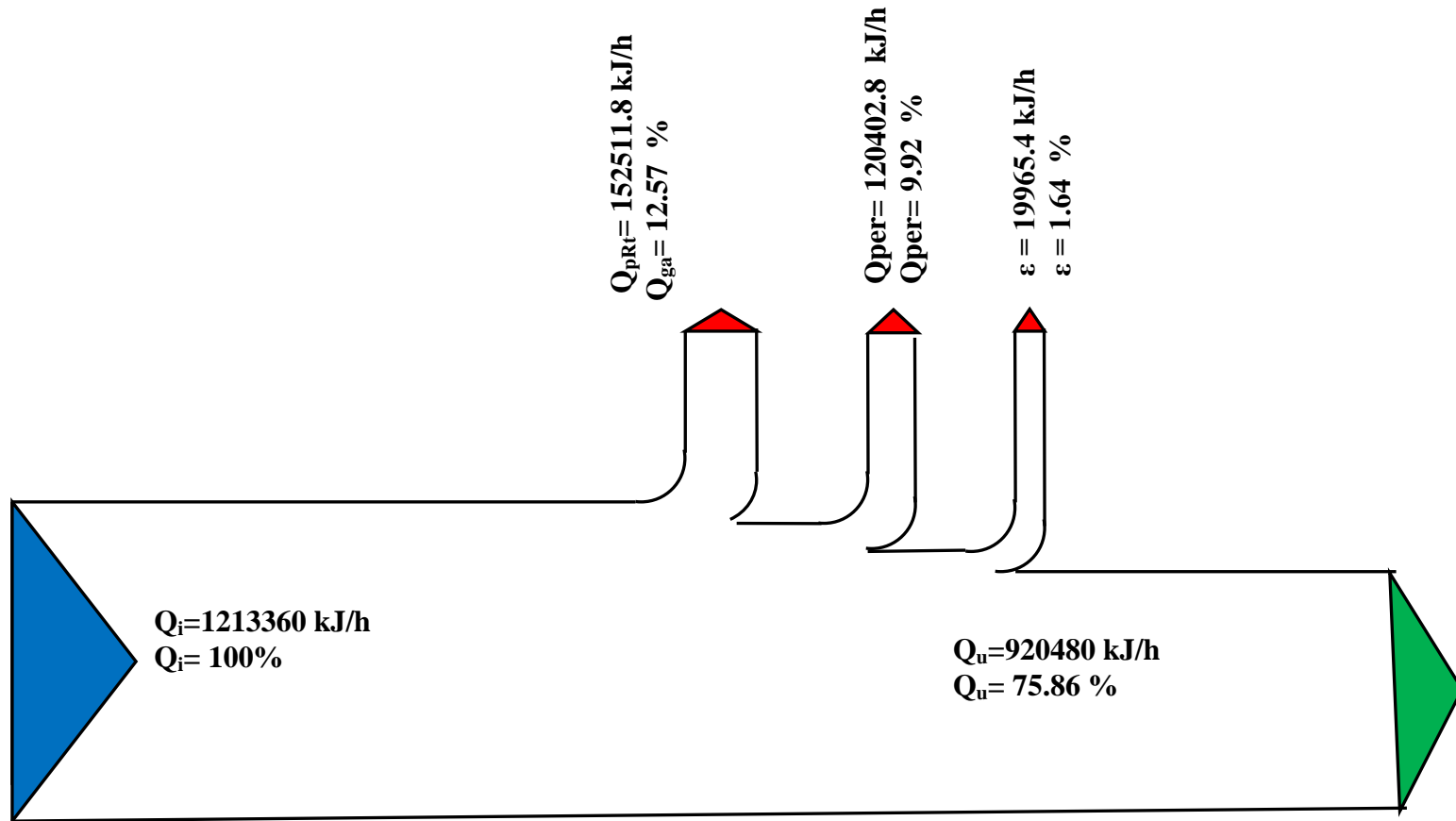


Figura.8 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la rețelelor termice secundare racordate la CT1

6. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT2

6.1. Marimi masurate la cazanele din CT2 (CSG-Micro 40)

În tabelul 16 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT2.

Tabelul 16

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					Cazan1	Cazan 2
0	1	2	3	4	5	6
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	9.3	9.5
			CO ₂	%	6.5	6.4
			CO	ppm	14	12
			N ₂	%	84.19	84.09
			NO	ppm	31	27
			NO _x	ppm	33	28
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	89.2	87.1
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	186	218
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mmbar	0.02	0.03
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.8	1.82
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	17	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	52	53
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91	95
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95	97
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _t	°C	54	54
			t _r	°C	45	45
11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	40.4	37.28
				kwh/h	434.7	401.21
12.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica Anexa 10	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	
14.	Debit apă cazan	debitmetru	D _a	m ³ /h	26.32	23.86
15.	Energie termică	contor de	E _p	Gcal/h		

	produsă	căldură			
16.	Pres.barometrică	barometru	p _b	mmHg	755
17.	Umiditate relativă	psihometru	UR	%	75

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT2-tabelul 17

Tabelul 17

Nr crt	Perioada	Energie termica produsa [Gcal]	Energie termica facturata [Gcal]	Apa de adaos [mc]	Temperatura iesire CT		Temperatura consumator		Timp funct. [ore]
					t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	
1	Dec.	100.27	43.09	378	54	41	52	43	2150
2	Ian.	474.53	163.55	1117	55	42	52	45	
3	Feb	447.92	149.01	366	55	42	52	45	
4	Mar	267.36	110.92	89	54	41	52	43	
5	Apr	52.68	28.54	22	55	42	52	45	

6.2 Mărimi calculate la cazanele din CT2 (CSG-Micro 40)

În tabelul 18 sunt prezentate mărimile calculate

Tabelul 18

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	Cazan1	Cazan2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	H _i	kJ/Nm ³	37080		Cf. analiza cromatografica Anexa 10
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm ³	0,7727		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L _{min}	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	9,447		Calculat la pct. 3.3.3
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm ³ g.n.	L	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	17	17.19	Calculat la pct. 3.3.4
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V ^o _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	10.44		Calculat la pct. 3.3.5
6.	Volumul real al	V _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	17.99	18.18	Calculat la pct. 3.3.6

	gazelor de ardere					
7.	Entalpia gazelor de ardere	i_{O_2}	kJ/Nm^3	248.09	292.19	Calculat la pct. 3.3.7
		i_{CO_2}		331.22	393.73	
		i_{CO}		243.04	285.46	
		i_{N_2}		242.45	284.6	
		i_{ga}		248.72	292.83	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i_{gn}	kJ/Nm^3	11.71	11.71	Tabele Kuzman Raznjevic
9.	Entalpia aerului de combustie	i_{aer}	kJ/Nm^3	20.2	20.2	Tabele Kuzman Raznjevic
10.	Căldura specifică a apei	c_{atur}	kJ/kg.grd	4.191	4.191	Calculat la pct. 3.3.10
		c_{aretur}		4.185	4.185	
11.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.8	1.82	Măsurat

Componentele bilanțurilor termoenergetice reale pentru CT2 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, in tabelul 19:

Tabelul 19

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan1		Cazan 2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	1565213.77	99.15	1444375.57	99.12
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B \times i_{gn}$	473.08	0.03	436.54	0.03
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L \cdot i_{aer} \cdot B$	12944.78	0.82	12947.69	0.85
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	1578632.15	100	1457198.92	100

MĂRIMI IEȘITE

1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	1322893.74	83.8	1199274.71	82.3
2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{ga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga}$	180768.7	11.45	198470.49	13.62
3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$		0	0	0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	55252.12	3.52	45173.16	3.1
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	19717.59	1.23	14280.54	0.98
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	1578632.15	100	1457198.92	100

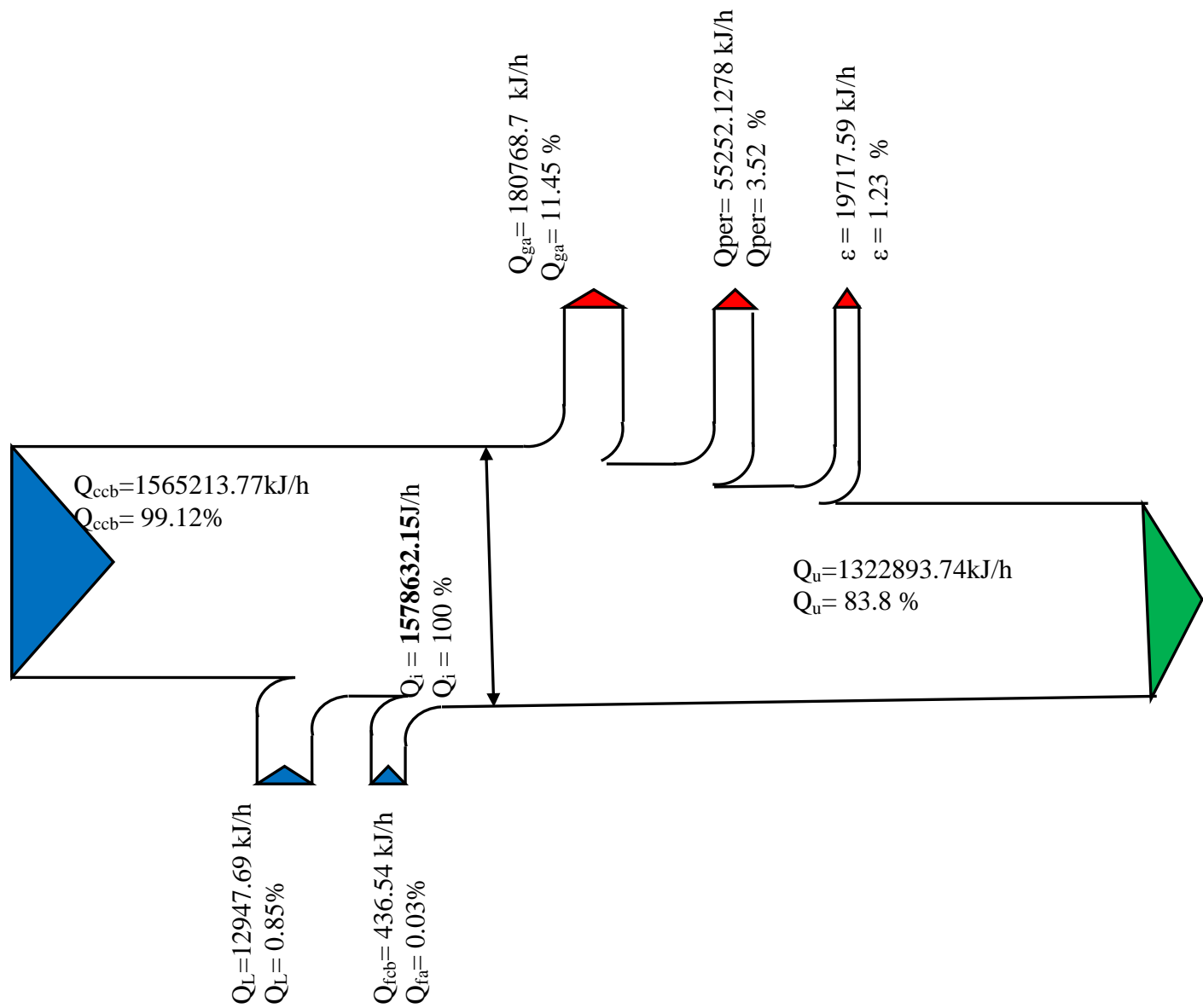


Figura 9 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT2

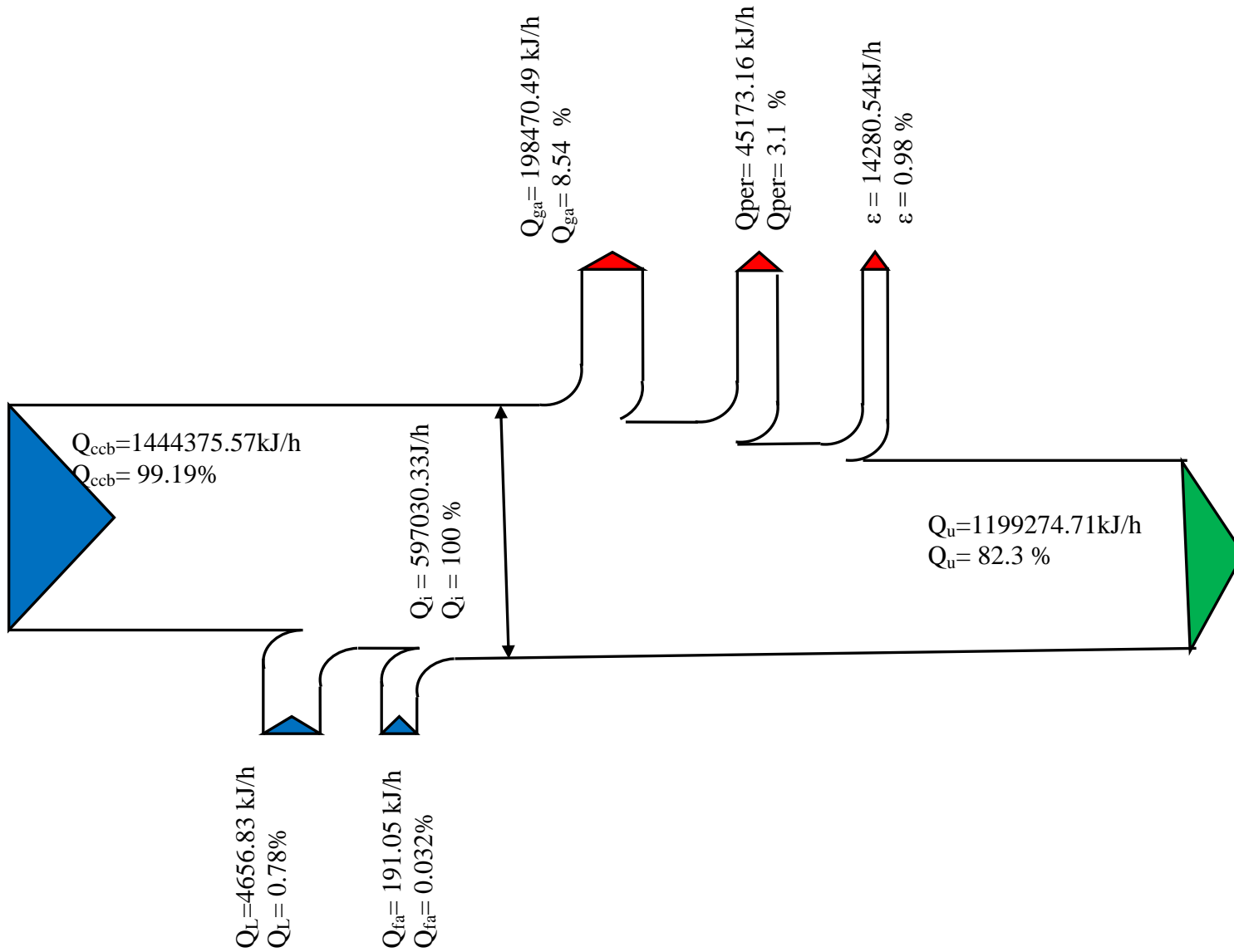


Figura10 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT2

6.3. Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor din CT2

În tabelul 20 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele doua cazane de apă caldă din CT2.

Tabelul 20

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	Relatia de calcul	UM	Valoare	
					Cazan 1	Cazan 2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	24	%	84.51	83.06
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	25	%	83.8	82.29
3.	Consumul specific de combustibil	C_b	26	kgcc/Gcal	168.99	172.01
				Nm ³ /Gcal	138.57	141.04
		c_b	27	kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.182	1.20

6.4. Componentele bilantului termoenergetic real la cazanele din CT2

Conturul de bilanț pe total CT2 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT 2, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componetele bilanțului termoenergetic real pe CT2 sunt prezentate în tabelul 21.

Tabelul 21

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1	Energia intrată în CT2 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie-tabelul 14)	Q_i	3035831.07	100
2.	Energie produsă în CT2	Q_u	2522168.45	83.07
3.	Pierderi în CT2, din care:	Q_p	505469.03	
4	- prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0
5	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	379239.19	12.49
6	- prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q_{per}	100425.28	3.30
7	- prin transfer termic în mediul ambiant (conducte de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	25804.56	0.85
8	Pierderi de căldură prin transfer masic	Q_m		
9	Eroarea de închidere a bilanțului	ϵ	8803.91	0.29
Indicatori de eficiență energetică				
1.	Randament CT2	η_{CT}	-	83.07

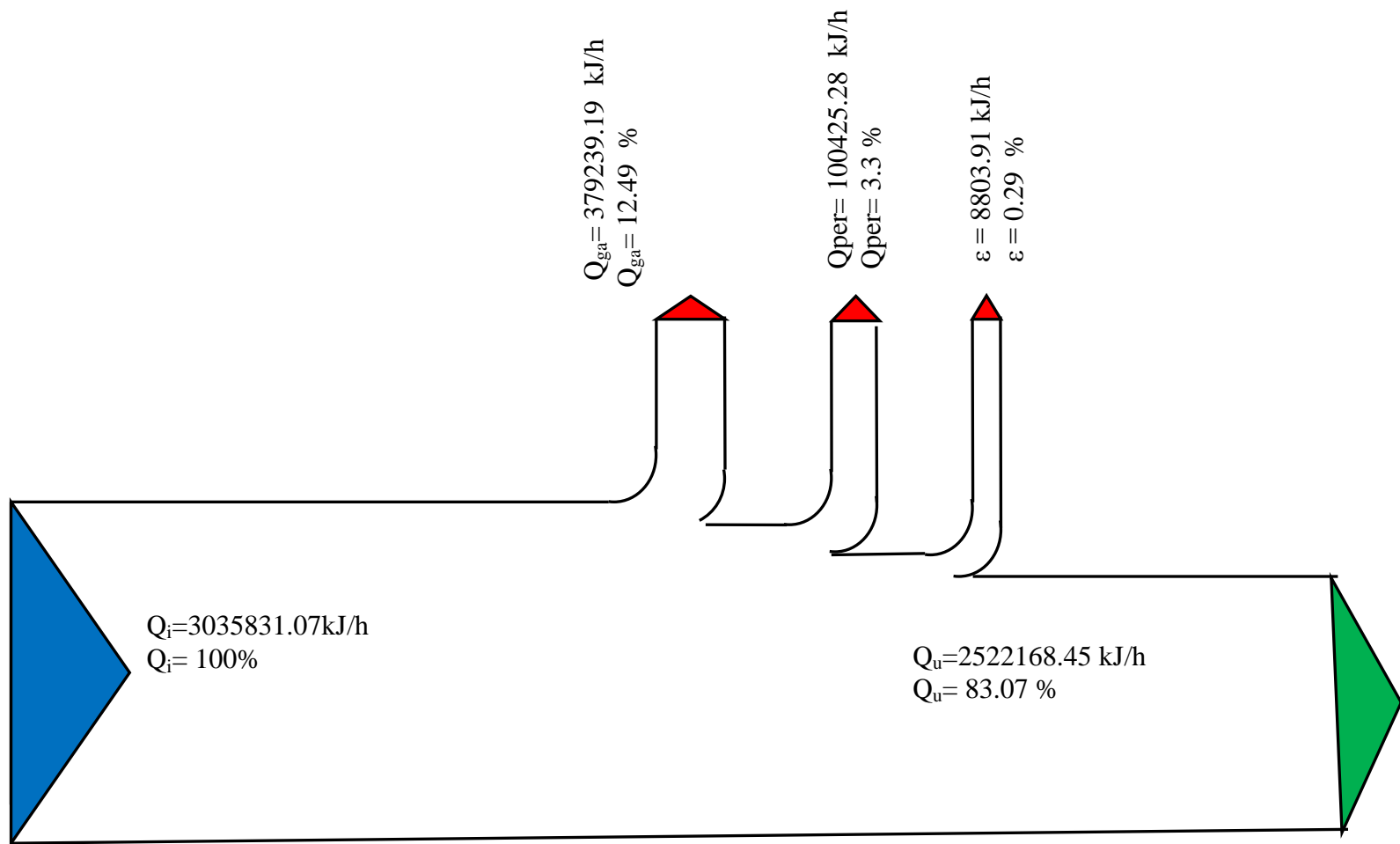


Figura 11 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la CT2

7. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 2 (CSG-Micro 40)

7.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT2

Traseul rețelelor secundare conectate la CT2 au în componența tevi montate aerian neizolate termic cât și tevi îngropate în canale nevizitabile izolate cu vată de sticlă și carton bituminos. Aproximativ 60% din rețelele secundare sunt neizolate, iar traseele izolate sunt deteriorate în proporție de 60%. Imagini ale rețelelor secundare conectate la CT2 sunt prezentate în Anexa 8. Din traseul total al rețelelor secundare racordate la CT 2 au rămas doar cele marcate cu linie roșie.

Traseul rețelelor secundare racordate la CT 2 este prezentat în Figura 12.

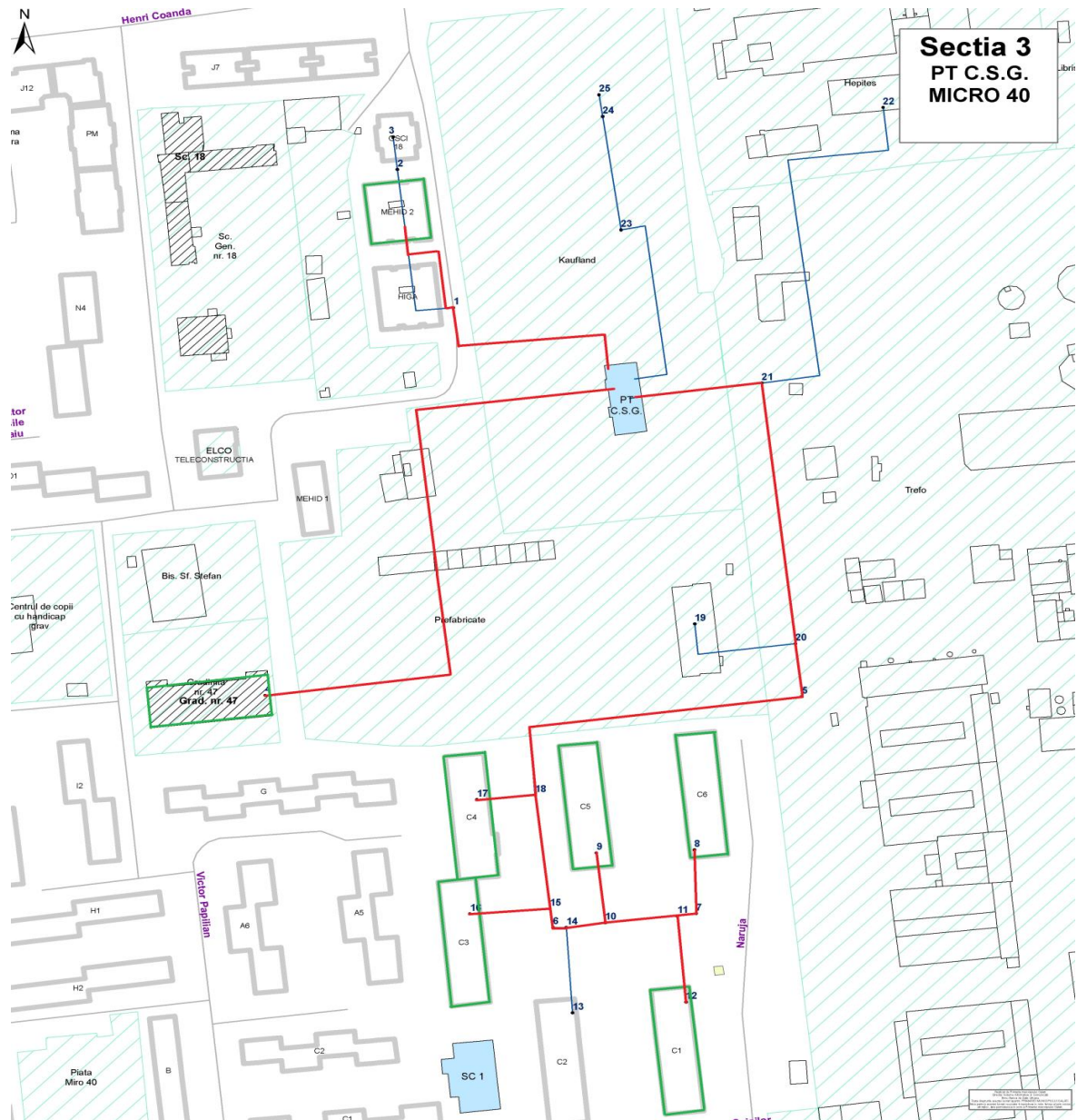


Figura 12 Traseul rețelelor secundare racordate la CT 2

7.2 Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la RTS aferente CT2

În tabelul 22 sunt prezentate pierderile specifice de căldură și pierderile orare de căldură la rețelele secundare conectate la CT2 (PT CSG-Micro 40).

Tabelul 22

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de căldură		Pierderi de căldură	Grad de deteriorare a izolației
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolație [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]	%
					Tur	Retur	Tur+Retur	
1.	Rețea termică îngropată	76	109	176	328.68	256.72	63808.6	60
2.		108	216	208	403.24	295.62	150953.8	60
3.		133	56	233	477.8	334.52	45489.92	60
4.	Rețea termică aeriana	110	210	lipsa	986.04	770.16	368802	lipsa
		146	150	lipsa	1209.72	886.86	314487	lipsa
		159	80	259	439.98	339.83	62384.8	60
6.	Total				3845.46	2883.71	1005926	

Pierderile de căldură prin transfer termic sunt $Q_{pRt}=1005926\text{kJ/h}=279.42\text{kWh}=0.24\text{Gcal/h}$, ceea ce reprezintă 39.88 % din energia produsă în CT2.

7.3. Calculul pierderilor de căldură prin transfer masiv (de agent termic) la RTS aferente CT2

Pierderile de căldură prin transfer masiv se determină în funcție de cantitatea medie orară a apei de daos în rețelele analizate și volumul acestora .

În tabelul 23 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT2, pe lungimi și diametre.

Tabelul 23

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea termică secundară		
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică îngropată	74	109	0.49
2.		106	216	1.97
3.		131	56	0.77
4.	Rețea termică aeriana	108	210	1.99
5.		144	150	2.50
6.		157	80	1.58
7.	Total			9.34

În tabelul 24 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masiv.

Date de calcul:

$$t_T=54\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_R=42\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$c_1=4.194 \text{ kJ/kgK}$
 $c_2=4.189 \text{ kJ/kgK}$
 $t_{add}=10^{\circ}\text{C}$

Tabelul 24

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos	
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Temp. [°C]
1	9.34	2.76	29.55	439866.17	324.64	2.76	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm}=439866.17\text{kJ/h}=122.18 \text{ kWh}=0.105\text{Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 17.44 % din energia produsa in CT2.

In tabelul 25 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT2.

Tabelul 25

Nr. crt	Energie termica livrata		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.6	2522168.45	0.25	1046319.87	0.35	1464400	57.32

7.4. Bilanț termoenergetic real rețele termice

In tabelul 26 sunt prezentate componentele bilantului termoenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT2

Tabelul 26

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT2	Q_i	2522168.45	100
2.	Pierderi de căldură total în rețele	Q_{pR}	1445792.17	57.32
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	1005926	39.88
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	439866.17	17.44
5	Energia facturată	Q_f	1046319.87	41.48
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	30266.02	1.2
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	41.48

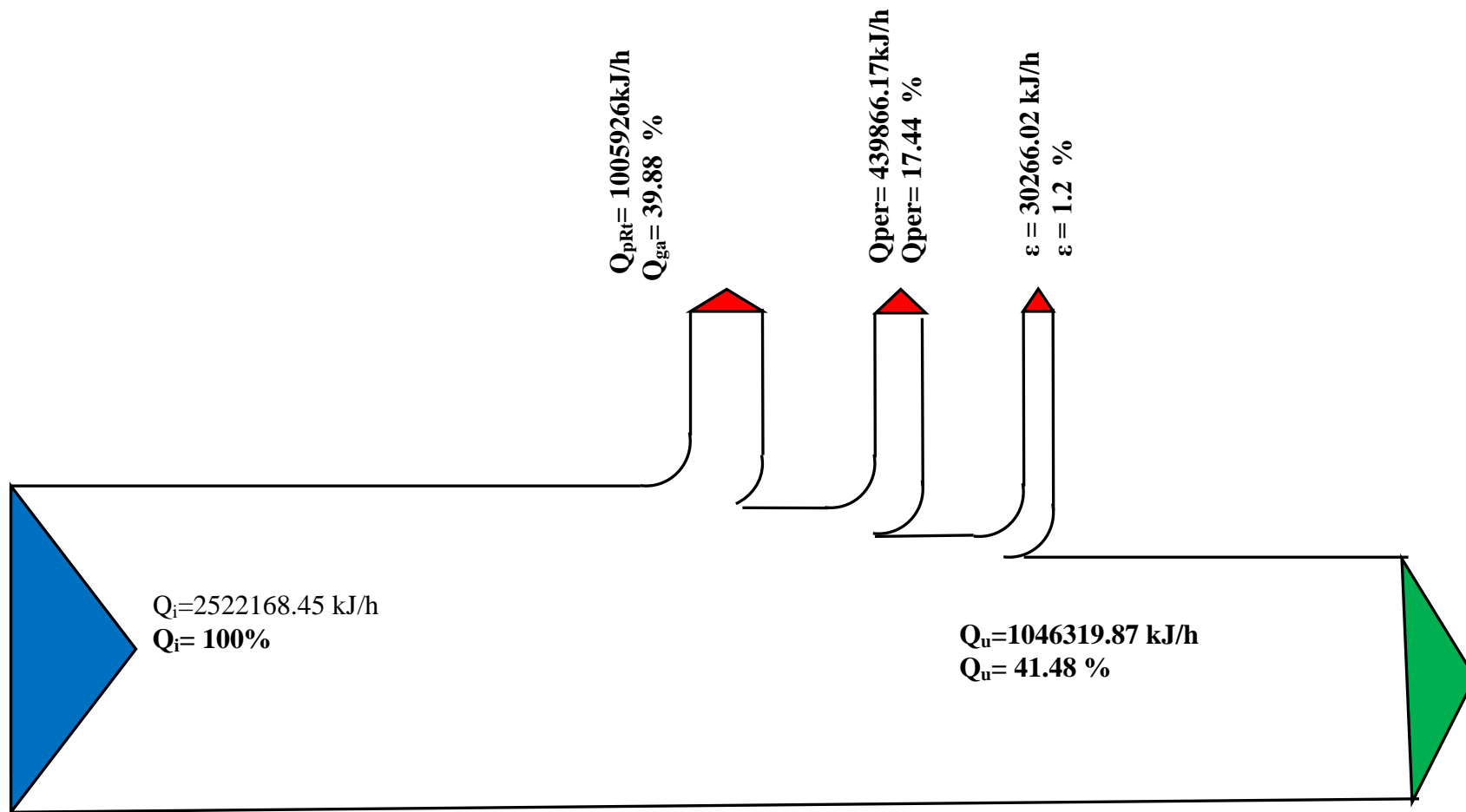


Figura 13 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la CT2

8. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT3

8.1. Marimi masurate la cazanele din CT3 (PT50-ICMRSG)

În tabelul 27 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT3.

Tabelul 27

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					Cazan1	Cazan2
0	1	2	3	4	5	6
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	9.1	9.8
			CO ₂	%	6.6	6.2
			CO	ppm	31	13
			N ₂	%	84.29	83.99
			NO	ppm	29	20
			NO _x	ppm	30	21
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	88.3	89.5
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	201.	175
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mmbar	0.01	0.02
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.77	1.87
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	15	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	52	53
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91	95
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95	97
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _{ur} t _t	°C	54	54
			retur t _r	°C	45	45
11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	29.7	28.53
				kwh/h	319.6	307.01
12.	Puterea calorică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica Anexa 10	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	

14.	Debit apă cazan	debitmetru	D_a	m^3/h	18.16	17.68
15.	Energie termică produsă	contor de căldură	E_p	Gcal/h		
16.	Pres.barometrică	barometru	p_b	mmHg	755	
17.	Umiditate relativă	psihrometru	UR	%	75	

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT3-tabelul 28

Tabelul 28

Nr crt	Perioada	Energie termica produsa [Gcal]	Energie termica facturata [Gcal]	Apa de adaos [mc]	Temperatura iesire CT		Temperatura consumator		Timp funct. [ore]
					t_{tur} [$^{\circ}C$]	t_{retur} [$^{\circ}C$]	t_{tur} [$^{\circ}C$]	t_{retur} [$^{\circ}C$]	
1	Dec.	56.92	39.51	715	55	43	53	44	2510
2	Ian.	424.5	294.58	2482	54	42	52	45	
3	Feb	341.17	221.76	171	53	41	52	43	
4	Mar	358.51	236.62	137	53	41	52	43	
5	Apr	36.38	25.47	8	55	43	53	44	

8.2 Mărimi calculate la cazanele din CT3 (PT50-ICMRSG)

În tabelul 29 sunt prezentate mărimile calculate

Tabelul 29

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	C1	C2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	H_i	kJ/Nm^3	37080		Cf. analiza cromatografica Anexa 10
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm^3	0,73		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L_{min}	Nm^3_{aer}/Nm^3_{gn}	9,447		Calculat la pct. 3.3.3
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm^3 g.n.	L	Nm^3_{aer}/Nm^3_{gn}	16.72	17.66	Calculat la pct. 3.3.4
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V^0_{ga}	Nm^3_{ga}/Nm^3_{gn}	10.44		Calculat la pct. 3.3.5
6.	Volumul	V_{ga}	Nm^3_{ga}/Nm^3_{gn}	17.71	18.65	Calculat la pct.

	real al gazelor de ardere					3.3.6
7.	Entalpia gazelor de ardere	i_{O_2}	kJ/Nm^3	267.03	231.87	Calculat la pct. 3.3.7
		i_{CO_2}		357.47	306.53	
		i_{CO}		261.42	207.19	
		i_{N_2}		260.75	221.76	
		i_{ga}		210.36	206.92	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i_{gn}	kJ/Nm^3	11.71	11.71	Tabele
9.	Entalpia aerului de combustie	i_{aer}	kJ/Nm^3	18.72	18.72	Tabele
10.	Căldura specifică a apei	c_{atur}	kJ/kg.grd	4.191	4.191	Calculat la pct. 3.3.10
		c_{aretur}		4.187	4.187	
11.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.77	1.87	Măsurat

Componentele bilanțurilor termoenergetice reale pentru CT3 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, Tabelul 30:

Tabelul 30

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan1		Cazan2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	1150586.21	99.2	1105242.31	99.18
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B \times i_{gn}$	347.78	0.029	334.08	0.03
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L \cdot i_{aer} \cdot B$	8930.96	0.77	8803.6	0.79
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	1159865.14	100	1114380.23	100

1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	988205.09	85.20	962824.51	86.4
2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{ga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga}$	110651.13	9.54	110100.76	9.88
3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$	0	0	0	0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	39551.4	3.41	35660.16	3.2
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	21457.5	1.85	5794.77	0.52
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	1159865.14	100	1114380.23	100

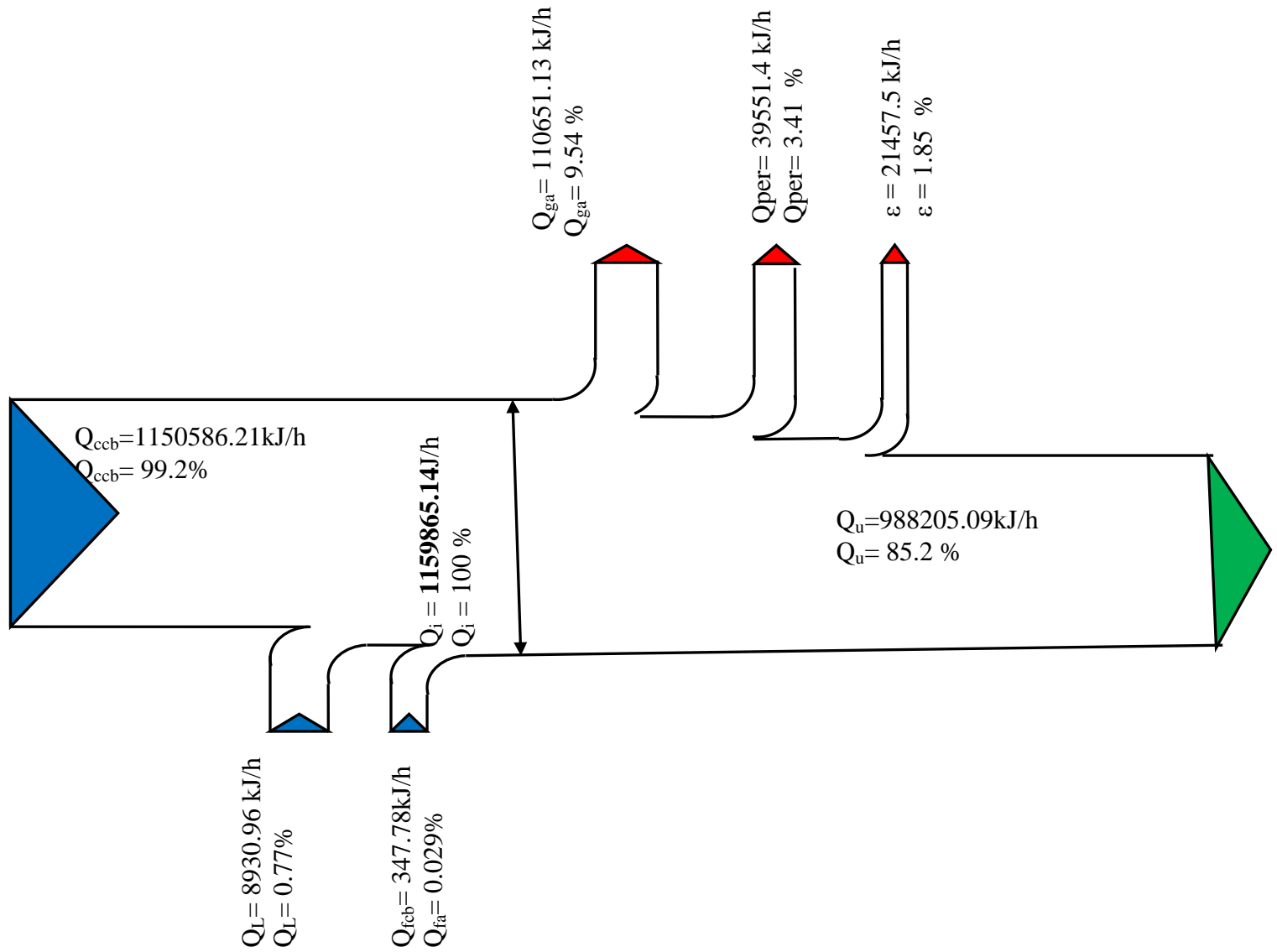


Figura 14 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT3

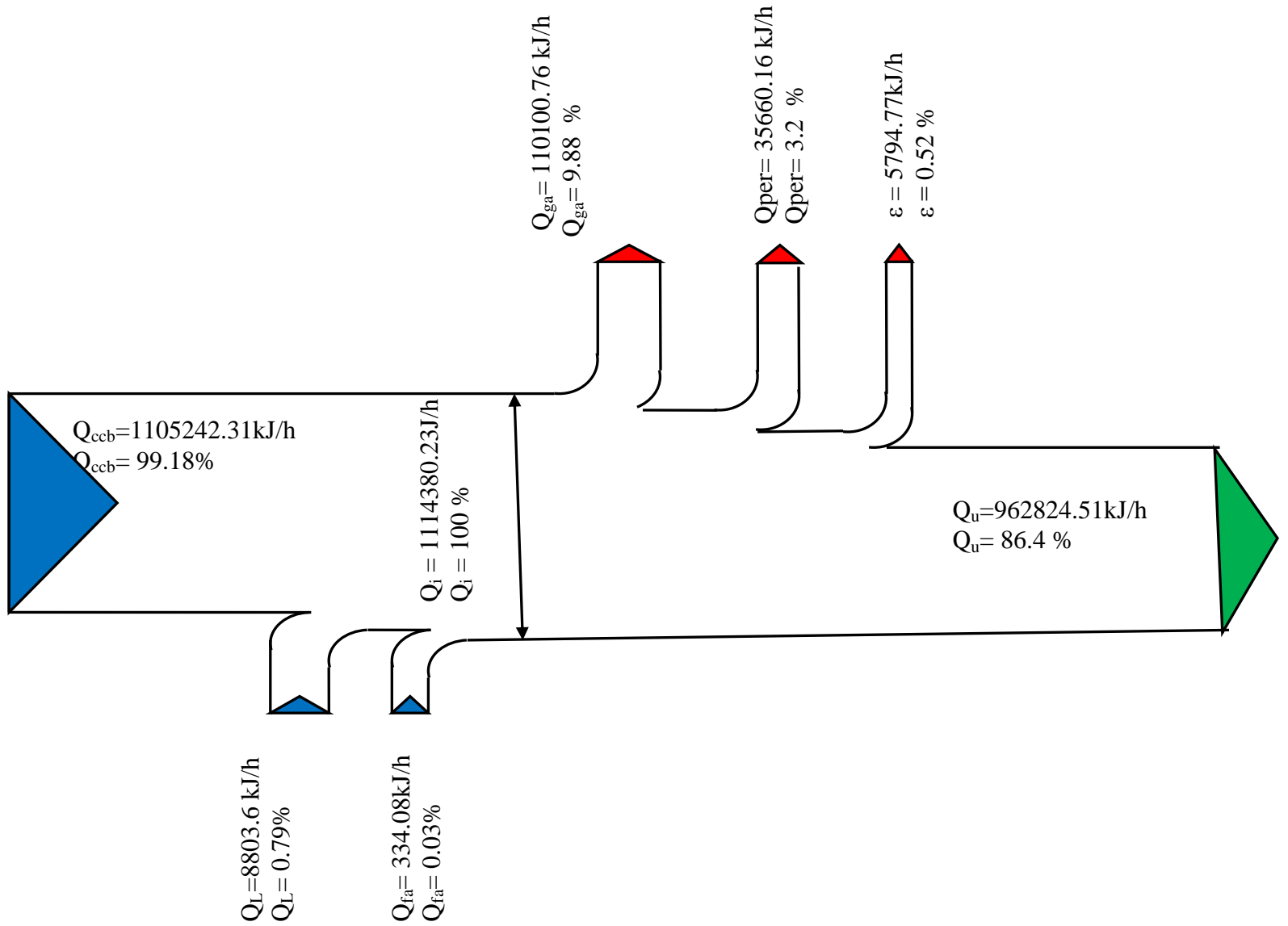


Figura 15 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT3

8.3. Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor din CT3

În tabelul 31 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele două cazane de apă caldă din CT3.

Tabelul 31

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	Relatia de calcul	UM	Valoare	
					C1	C2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	24	%	85.88	87.11
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	25	%	85.2	86.4
3.	Consumul specific de combustibil	C_b	26	kgcc/Gcal	166.31	163.97
				Nm ³ /Gcal	136.37	134.45
		c_b	27	kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.164	1.147

8.4. Componentele bilanțului termoenergetic real la cazanele din CT3

Conturul de bilanț pe total CT3 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT 3, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componetele bilanțului termoenergetic real pe CT3 sunt prezentate în tabelul 32.

Tabelul 32

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1	Energia intrată în CT3 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie-tabelul 14)	Q_i	2274245.37	100
2.	Energie produsă în CT3	Q_u	1951029.6	85.78
3.	Pierderi în CT3, din care:	Q_p	304605.58	13.84
4	- prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0
5	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	220751.89	9.7
6	- prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q_{per}	75211.56	3.3
7	- prin transfer termic în mediul ambiant (conducte de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	19103.66	0.84
8	Pierderi de căldură prin transfer masic	Q_m	-	-
9	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	8642.13	0.38
Indicatori de eficiență energetică				
1.	Randament CT3	η_{CT}	-	85.78

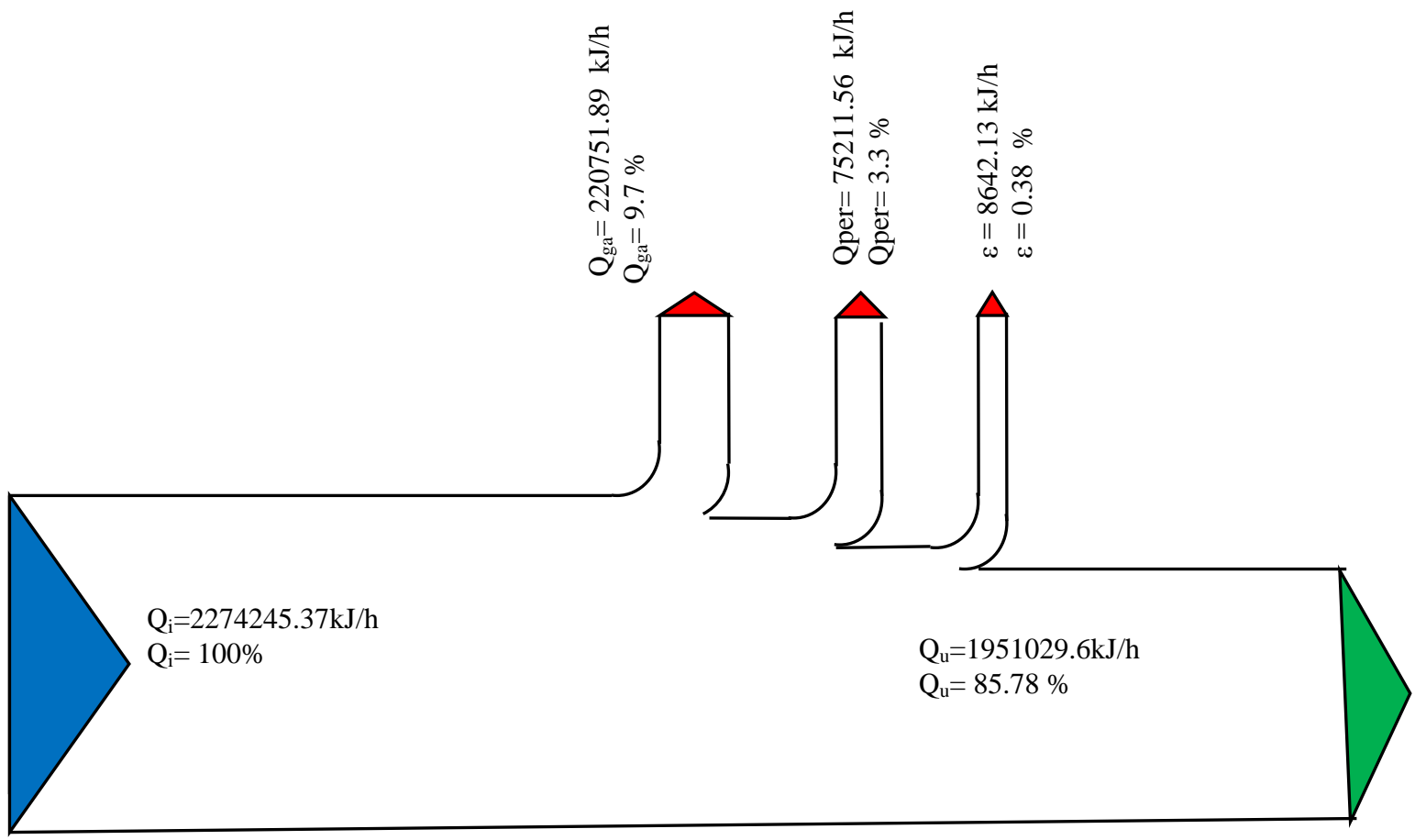


Figura 16 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la cazanele din CT3

9. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 3 (PT50-ICMRSG)

9.1. Prezentarea rețelelor secundare aferente CT3

Traseul rețelelor secundare conectate la CT3 au în componența tevi montate aerian neizolate termic cât și tevi îngropate în canale nevizitabile izolate cu vată de sticlă și carton bituminos. Aproximativ 60% din rețelele secundare sunt neizolate, iar traseele izolate sunt deteriorate în proporție de 60%. Imagini ale rețelelor secundare conectate la CT3 sunt prezentate în Anexa 8. Din traseul total al rețelelor secundare racordate la CT 3 au rămas doar cele marcate cu linie roșie.

Traseul rețelelor secundare racordate la CT 3 este prezentat în Figura 17.

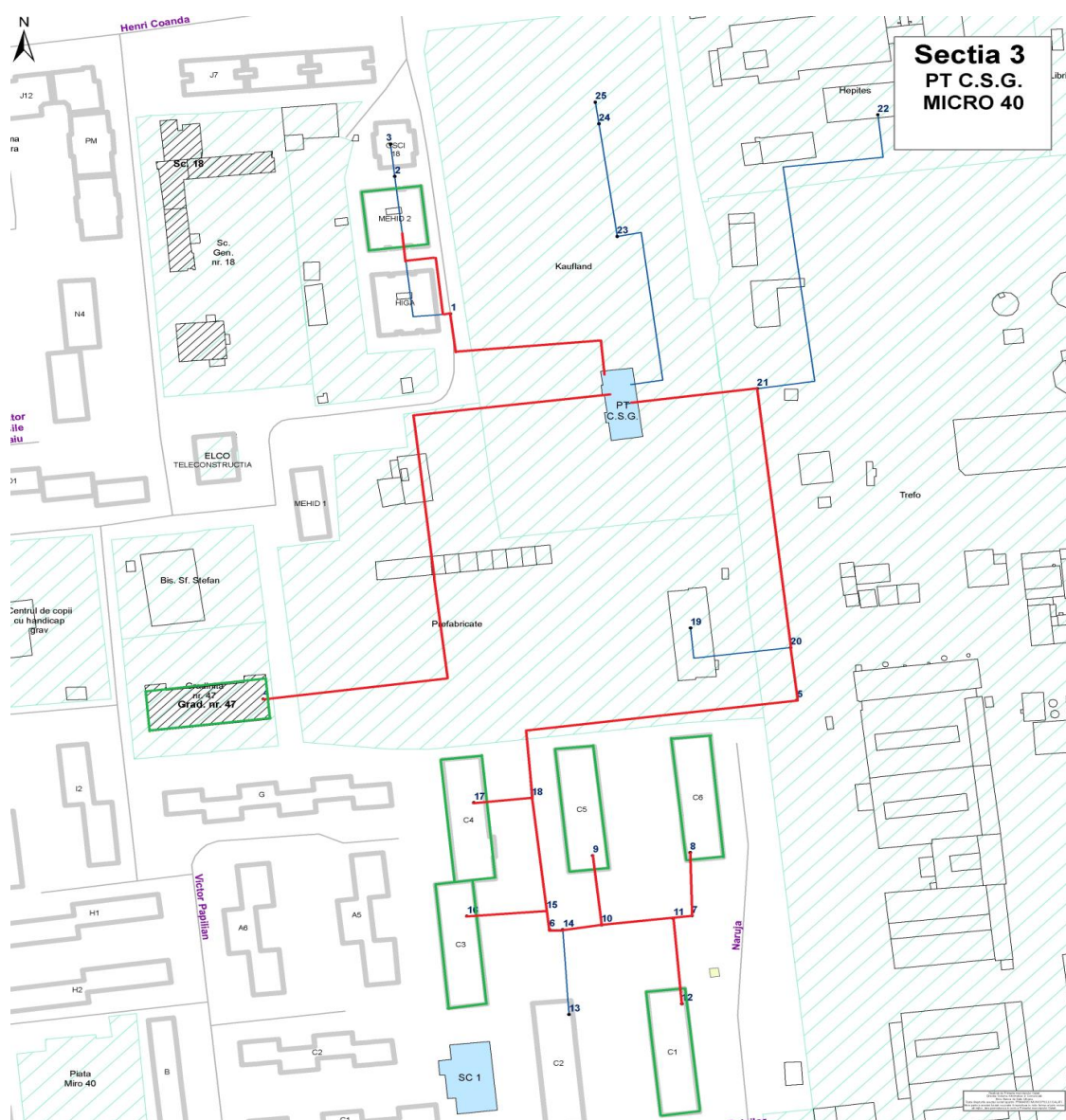


Figura 17 Traseul rețelelor secundare racordate la CT 3

9.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la RTS aferente CT3

În tabelul 33 sunt prezentate pierderile specifice de caldura si pierderile orare de caldura la rețelele secundare conectate la CT3(CSG-Micro 40).

Tabelul 33

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de caldura		Pierderi de caldura	Grad de deteriorare a izolației
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolație [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]	%
					Tur	Retur	Tur+Retur	
1.	Rețea termică îngropată	89	133	189	245.32	213.54	52768.9	60%
2.		108	45	208	353.45	295.62	29208.15	60%
3.		133	50	233	386.35	312.35	34935	60%
4.		150	170	250	402.45	329.87	109848	60%
5.	Rețea termică aeriana	121	120	Lipsa	924.59	613.34	184548	Lipsa
6.	Total				3845.46	2883.71	342991	

Pierderile de caldura prin transfer termic sunt $Q_{pRt}=342991\text{kJ/h}=95.27\text{kWh}=0.081\text{Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 17.58 % din energia produsa in CT3.

9.3. Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic) la RTS aferente CT3

Pierderile de căldură prin transfer masic se determină în funcție de cantitatea medie orară a apei de daos în rețelele analizate și volumul acestora .

În tabelul 34 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT3, pe lungimi și diametre.

Tabelul 34

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea termica secundara		
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică îngropată	87	133	0.82
2.		106	45	0.41
3.		132	50	0.69
4.		148	170	3.00
5.	Rețea termică aeriana	119	120	1.38
6.	Total			6.32

În tabelul 35 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masic.

Date de calcul:

$t_T=54\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $t_R=41\text{ }^{\circ}\text{C}$
 $c_1=4.194\text{ kJ/kgK}$
 $c_2=4.189\text{ kJ/kgK}$
 $t_{add}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Tabelul 35

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos	
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Temp. [°C]
1	6.32	1.4	22.15	222748.4	133.62	1.4	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm}=222748.4\text{ kJ/h}=61.87\text{ kWh}=0.053\text{ Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 11.42 % din energia produsa in CT3.

In tabelul 36 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT3.

Tabelul 36

Nr. crt	Energie termica livrata		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.466	1951029.6	0.33	1380720	0.136	569024	29

9.4 Bilanț termoenergetic real rețele termice

In tabelul 37 sunt prezentate componentele bilantului termoenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT3

Tabelul 37

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT3	Q_i	1951029.6	100
2.	Pierderi de căldură total în rețele	Q_{pR}	569024	29
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	342991	17.58
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	222748.4	11.42
5	Energia facturată	Q_f	1380720	70.76
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	4682.47	0.24
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	70.76

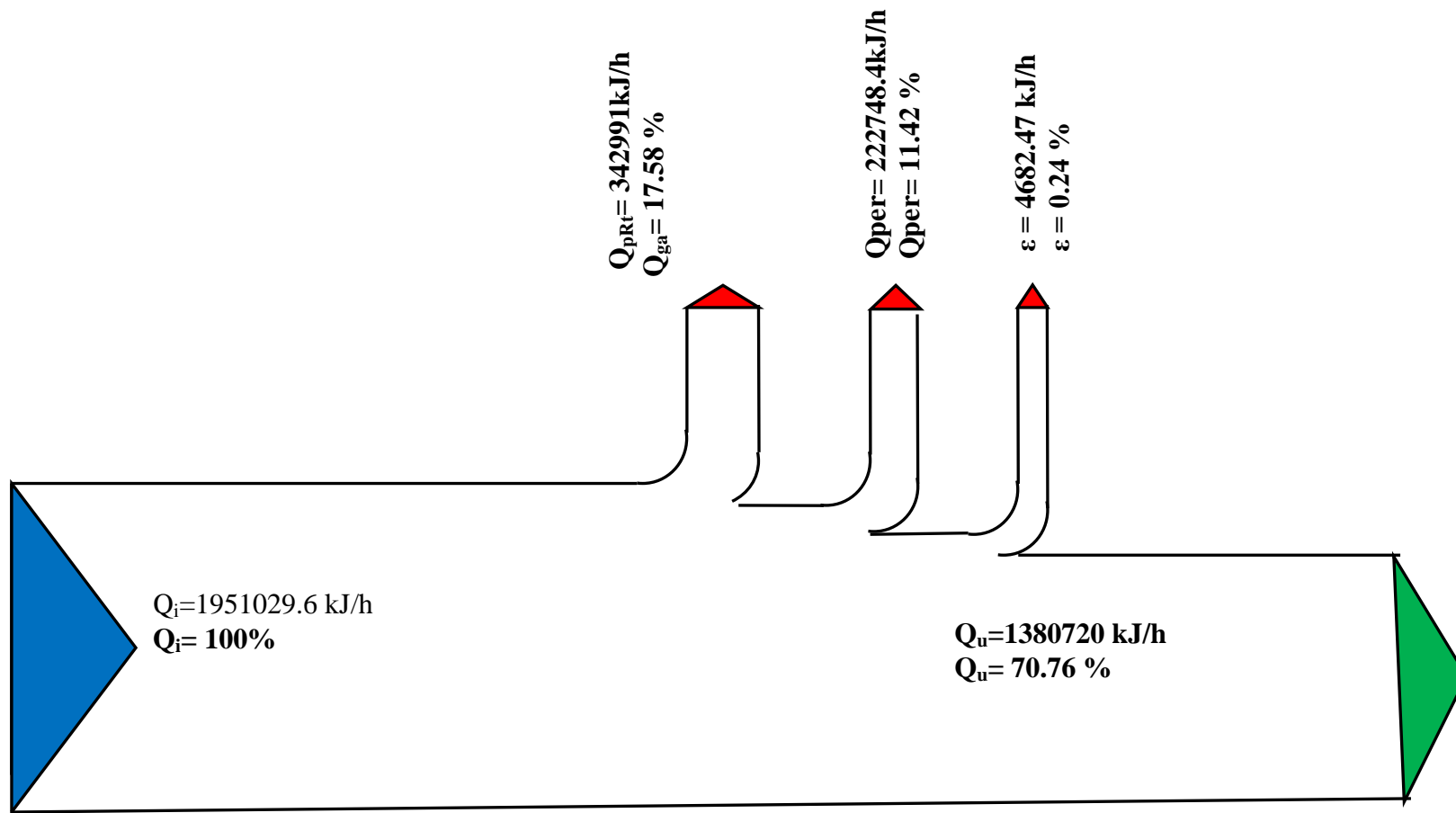


Figura 17 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la CT3

10. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT4

10.1. Marimi masurate la cazanele din CT4 (SC16-Mazepa)

În tabelul 38 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT4.

Tabelul 38

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					C1	C2
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	8.3	5.5
			CO ₂	%	7.1	8.6
			CO	ppm	17	34
			N ₂	%	84.59	85.88
			NO	ppm	36	49
			NO _x	ppm	37	51
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	93	91
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	134	195
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mmbar	0.01	0.01
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.65	1.35
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	20	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	52	53
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91	95
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95	97
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _t	°C	57	57
			t _r	°C	42	42
11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	8.98	8.35
				kwh/h	319.6	307.01
12.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica Anexa 10	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	
14.	Debit apă cazan	debitmetru	D _a	m ³ /h	4.8	4.31
15.	Energie termică produsă	contor de căldură	E _p	Gcal/h		

16.	Pres.barometrică	barometru	p _b	mmHg	755
17.	Umiditate relativă	psihrometru	UR	%	75

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT4-tabelul 39

Tabelul 39

Nr crt	Perioada	Energie termica produsa [Gcal]	Energie termica facturata [Gcal]	Apa de adaos [mc]	Temperatura iesire CT		Temperatura consumator		Timp funct. [ore]
					t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	
1	Dec.	45.2	34.81	85	57	45	55	47	2040
2	Ian.	96.52	74.52	87	54	42	52	46	
3	Feb	77.16	52.47	13	54	42	53	47	
4	Mar	59.32	40.34	17	56	43	54	45	
5	Apr	9,66	7.44	20	57	45	55	47	

10.2. Mărimi calculate la cazanele din CT4 (SC16-Mazepa)

În tabelul 40 sunt prezentate mărimile calculate

Tabelul 40

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	C1	C2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	H _i	kJ/Nm ³	37080		Cf. analiza cromatografica Anexa 10
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm ³	0,7321		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L _{min}	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	9,447		Calculat la pct. 3.3.3
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm ³ g.n.	L	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	15.58	12.75	Calculat la pct. 3.3.4
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V _{ga} ^o	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	10.44		Calculat la pct. 3.3.5
6.	Volumul real al gazelor de ardere	V _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	16.58	13.74	Calculat la pct. 3.3.6

7.	Entalpia gazelor de ardere	i_{O_2}	kJ/Nm^3	177.75	263.4	Calculat la pct. 3.3.7
		i_{CO_2}		233.75	297.35	
		i_{CO}		174.79	232.17	
		i_{N_2}		174.48	242.35	
		i_{ga}		149.96	214.39	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i_{gn}	kJ/Nm^3	11.71	11.71	Tabele Kuzman Raznjevic
9.	Entalpia aerului de combustie	i_{aer}	kJ/Nm^3	27.69	27.69	Tabele Kuzman Raznjevic
10.	Căldura specifică a apei	c_{atur}	kJ/kg.grd	4.191	4.191	Calculat la pct. 3.3.10
		c_{aretur}		4.187	4.187	
11.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.65	1.35	Măsurat

Componentele bilanșurilor termoenergetice reale pentru CT4 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, tabelul 41

:

Tabelul 41

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan1		Cazan2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	329636.33	99.21	304187.67	99.18
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B \times i_{gn}$	103	0.031	98.14	0.032
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L \cdot i_{aer} \cdot B$	2521.86	0.759	2392.28	0.78
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	332261.2	100	306702.64	100
1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	302025.43	90.9	270511.73	88.2

2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{cga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga}$	22327.95	6.72	24597.55	8.02
3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$	0	0	0	0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	7077.16	2.13	8587.67	2.8
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	830.65	0.25	3005.68	0.98
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	332261.2	100	306702.64	100

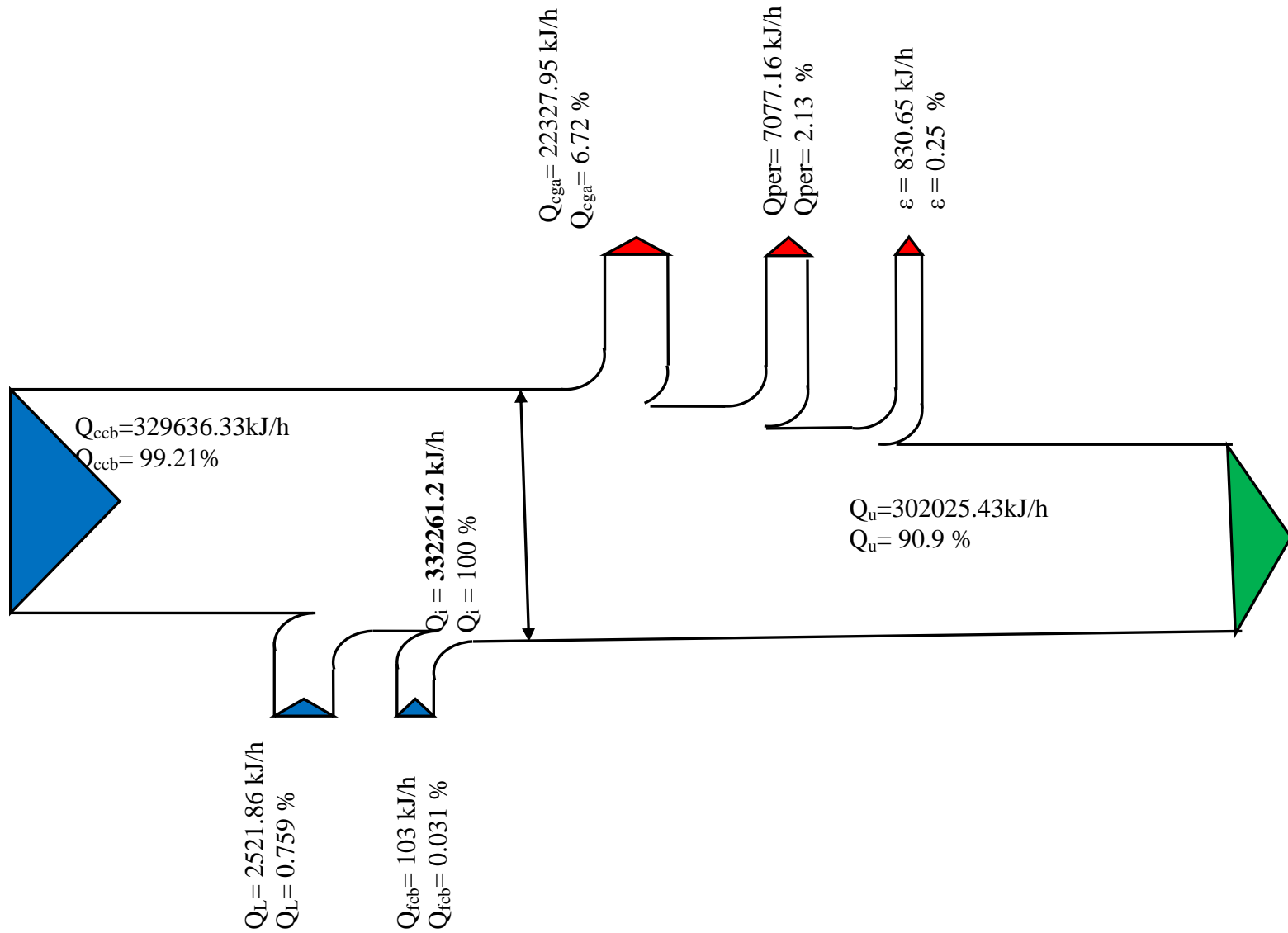


Figura 18 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT4

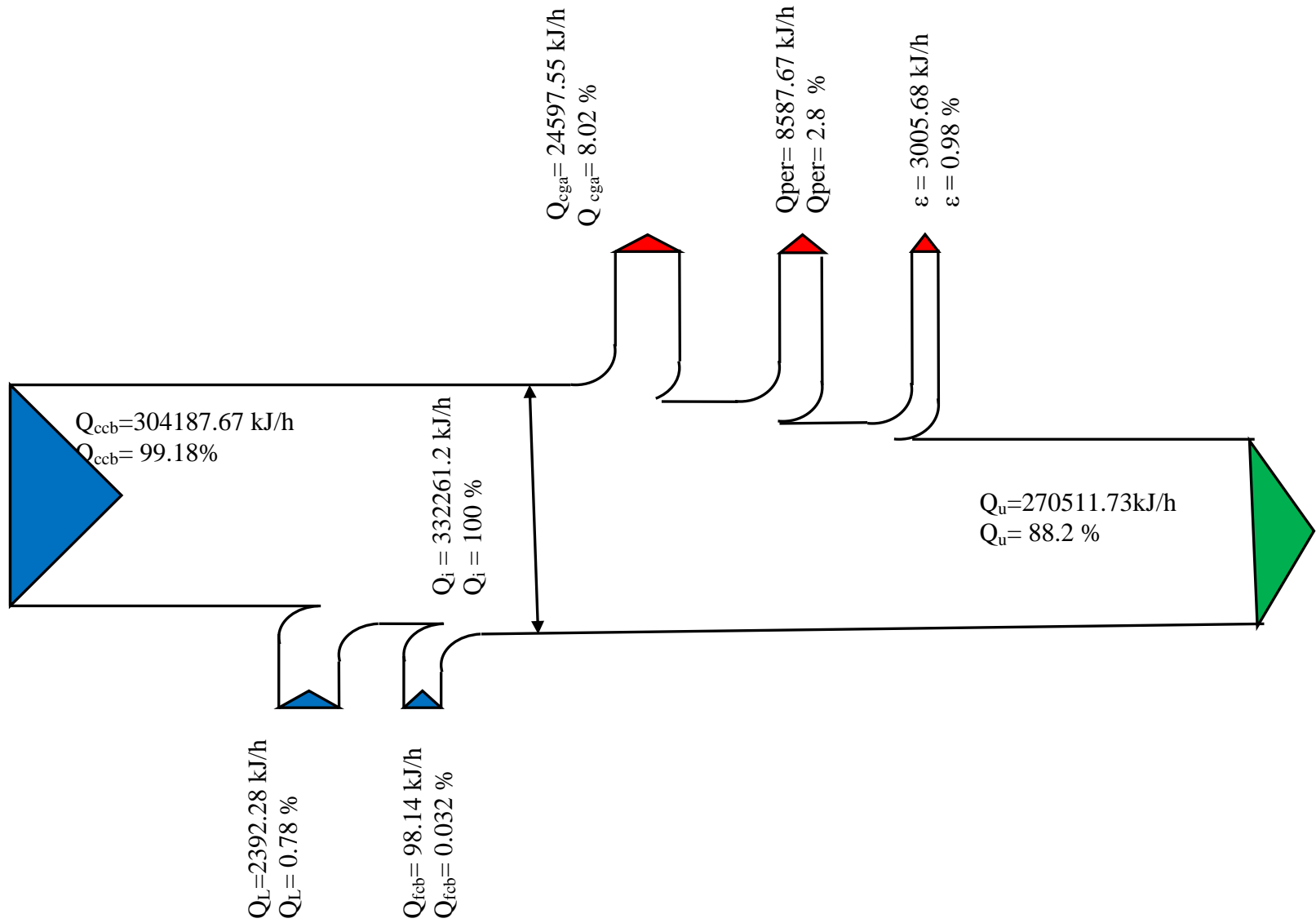


Figura 19 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT4

10.3. Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor din CT4

În tabelul 42 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele două cazane de apă caldă din CT4.

Tabelul 42

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	Relatia de calcul	UM	Valoare	
					C1	C2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	24	%	91.6	88.92
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	25	%	90.9	88.2
3.	Consumul specific de combustibil	C_b	26	kgcc/Gcal	155.88	161.83
				Nm ³ /Gcal	126.26	131.08
		c_b	27	kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.091	1.13

10.4. Componentele bilanțului termoenergetic real la cazanele din CT4

Conturul de bilanț pe total CT4 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT 4, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componentele bilanțului termoenergetic real pe CT4 sunt prezentate în tabelul 43.

Tabelul 43

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1	Energia intrată în CT4 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie-)	Q_i	638963.8	100
2.	Energie produsă în CT4	Q_u	572537.16	89.6
3.	Pierderi în CT4, din care:	Q_p	65593.45	10.26
4	- prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0
5	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	46925.5	7.34
6	- prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q_{per}	15664.83	2.45
7	- prin transfer termic în mediul ambiant (conducte de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	3003.12	0.47
8	Pierderi de căldură prin transfer masic	Q_m	-	-
9	Eroarea de închidere a bilanțului	ϵ	894.54	0.14
Indicatori de eficiență energetică				
1.	Randament CT4	η_{CT}	-	89.6

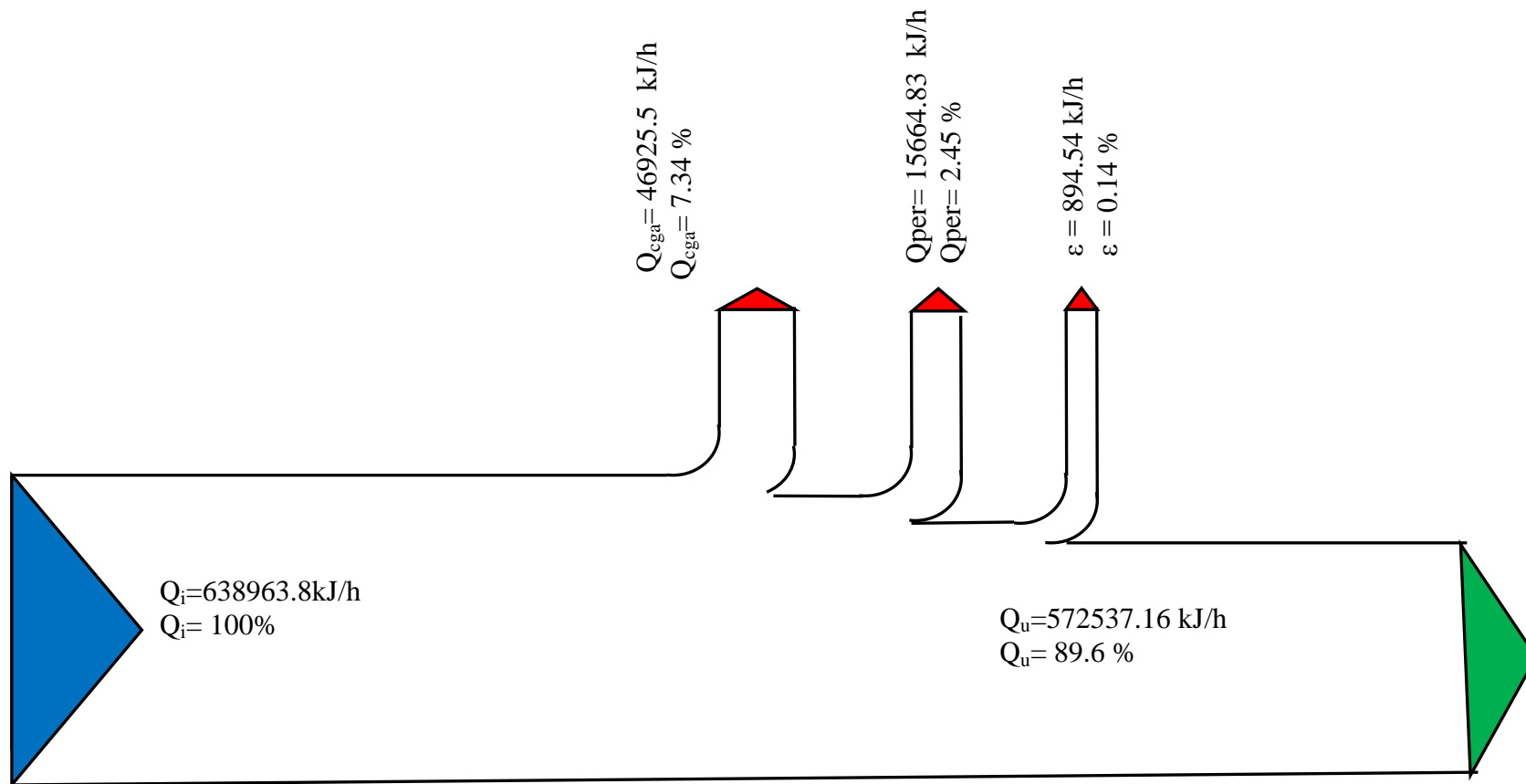


Figura 20 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la cazanele din CT4

11. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 4 (SC16-MAZEPA)

11.1 Prezentarea rețelelor secundare aferente CT4

Traseul rețelelor secundare conectate la CT4 au în componența tevi montate aerian neizolate termic cât și tevi îngropate în canale nevizitabile izolate cu vată de sticlă și carton bituminos. Aproximativ 60% din rețelele secundare sunt neizolate, iar traseele izolate sunt deteriorate în proporție de 60%. Imagini ale rețelelor secundare conectate la CT4 sunt prezentate în Anexa 8. Din traseul total al rețelelor secundare racordate la CT 4 au rămas doar cele marcate cu linie roșie.

Traseul rețelelor secundare racordate la CT 4 este prezentat în Figura 21

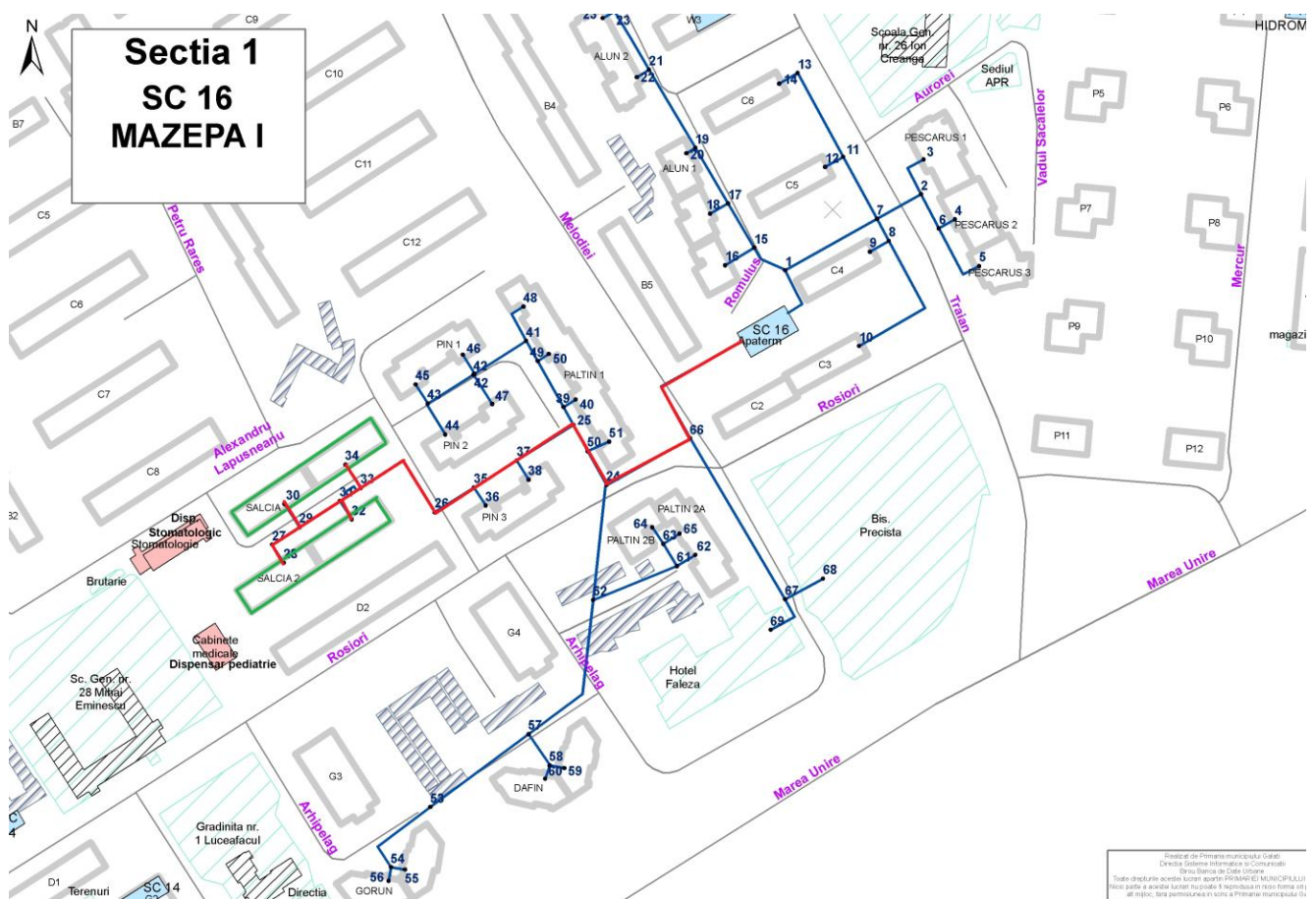


Figura 21 Traseul rețelelor secundare racordate la CT 4

11.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la RTS aferente CT4

În tabelul 44 sunt prezentate pierderile specifice de căldură și pierderile orare de căldură la rețele secundare conectate la CT4 (SC16-Mazepa).

Tabelul 44

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de căldură		Pierderi de căldură	Grad de deteriorare a izolației
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolație [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]	%
					Tur	Retur	Tur+Retur	
1.	Rețea termică în canal vizitabil	63	32	143	117	110.6	7283.2	40
2.		108	150	188	172.8	165.6	42760	50
3.		168	90	248	244.22	212.75	41127.3	60
4.		219	40	299	306	270.1	23044	60
5.		327	120	407	320.4	259.2	69480	40
6.	Total					128076.56		

Pierderile de căldură prin transfer termic sunt $Q_{pRT}=128076.56$ kJ/h= 35.57 kWh=0.03 Gcal/h, ceea ce reprezintă 22.37 % din energia produsă în CT4.

11.3. Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic)

Pierderile de căldură prin transfer masic se determină în funcție de cantitatea medie orară a apei de adaos în rețelele analizate și volumul acestora.

În tabelul 45 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT4, pe lungimi și diametre.

Tabelul 45

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea termică secundară		
		Diametru [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică în canal vizitabil	62	32	0.01
2.		106	150	1.37
3.		166	90	1.99
4.		217	40	1.5
5.		324	120	10.07
6.	Total			14.94

În tabelul 46 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masic.

Date de calcul:

$$t_T=57 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_R=42 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_1=4.194 \text{ kJ/kgK}$$

$$c_2=4.189 \text{ kJ/kgK}$$

$$t_{\text{add}}=10^{\circ}\text{C}$$

Tabelul 46

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos	
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Temp. [°C]
1	14.94	0.1	0.66	15073.2	7.35	0.1	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm}= 15073 \text{ kJ/h}= 4.187 \text{ kWh}=0.003\text{Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 2.63 % din energia produsa in CT4.

In tabelul 47 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT4.

Tabelul 47

Nr. crt	Energie termica livrata		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.136	572537.16	0.1	429862.93	0.036	142674.23	25

11.3. Bilanț termoenergetic real rețele termice

In tabelul 48 sunt prezentate componentele bilantului termoenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT4

Tabelul 48

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT4	Q_i	572537.16	100
2.	Pierderi de căldură total în rețele	Q_{pR}	142674.23	25
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	128076.56	22.37
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	15073.2	2.63
5	Energia facturată	Q_f	429862.93	74.68
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	1832.11	0.32
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	74.68

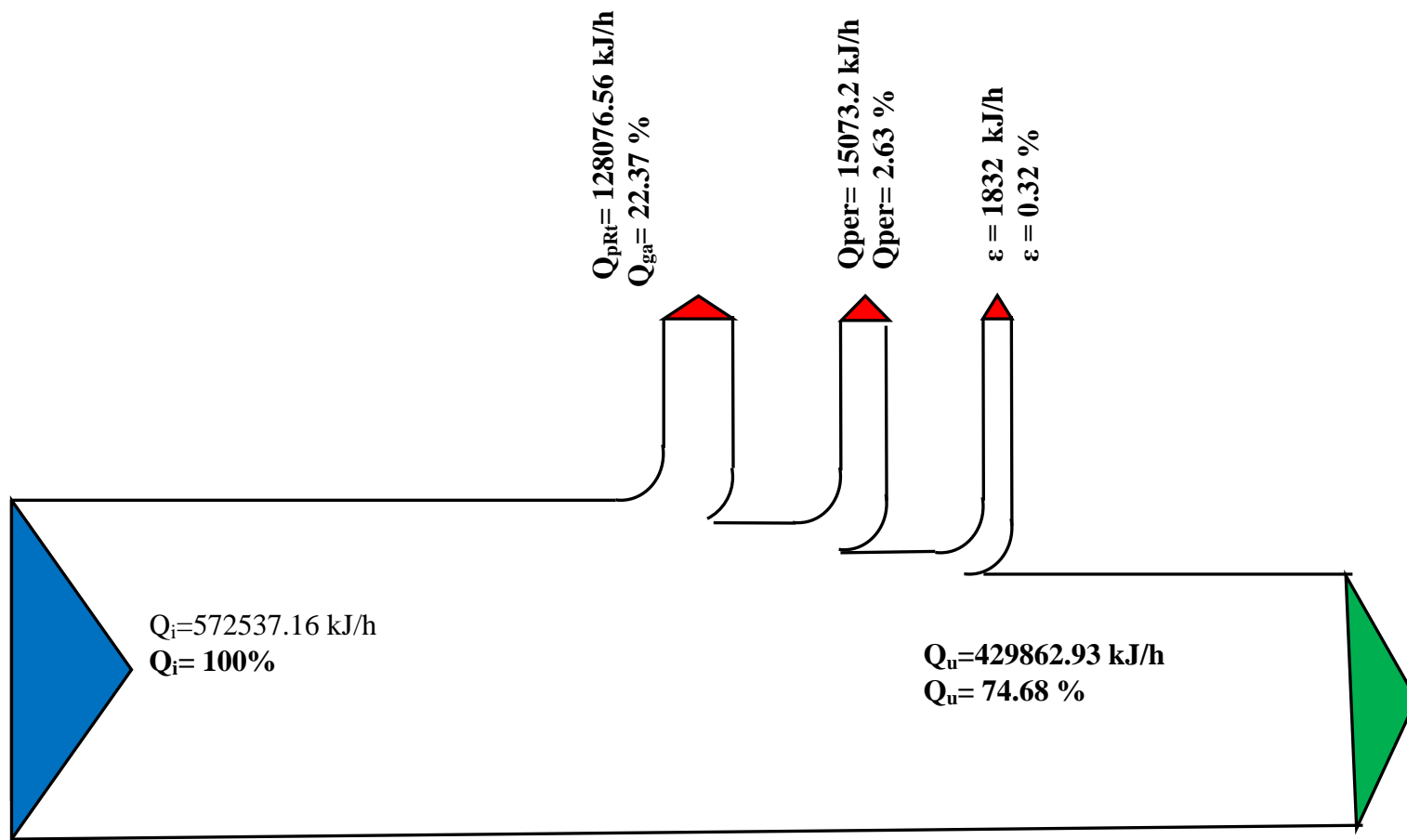


Figura 22 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la CT4

12. BILANTUL TERMOENERGETIC REAL AL CAZANELOR DIN CT5

12.1. Marimi masurate la cazanele din CT5 (SC43-Micro21)

În tabelul 49 sunt prezentate mărimile masurate la cele doua cazane din CT5.

Tabelul 49

Nr. crt.	Parametrul măsurat	Aparate de măsură utilizate	Simbol	UM	Valori	
					Cazan1	Cazan2
1.	Compoziția chimică elementară a produselor de ardere	gaz - analizor	O ₂	%	5.9	5.6
			CO ₂	%	8.4	8.6
			CO	ppm	17	30
			N ₂	%	85.68	85.78
			NO	ppm	43	49
			NO _x	ppm	45	50
2.	Randamentul arderii	gaz - analizor	η	%	92.5	92.2
3.	Temperatura g.a.	gaz - analizor	t _{ga}	°C	164	172
4.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	gaz - analizor	Δp	mmbar	0.02	0.02
5.	Excesului de aer	gaz - analizor	λ	-	1.39	1.36
6.	Temperatura mediu ambiant	termometru	t _{aer}	°C	19	
7.	Temperatura medie manta exterioară	termometru cu laser	t _m	°C	52	53
8.	Temperatura medie placă frontală		t _{pf}	°C	91	95
9.	Temperatura medie placă spate		t _{ps}	°C	95	97
10.	Temp agent termic cazan	termometru digital	t _t	°C	55	55
			t _r	°C	41	41
11.	Consum combustibil gn	debitmetru	B	Nmc/h	15.82	14.6
				kwh/h	319.6	307.01
12.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	Cf. analiza cromatografica Anexa 10	H _i	kJ/Nm ³	37080	
				kWh/Nm ³	10.3	
13.	Temp. gaze naturale	termometru	t _{gn}	°C	6	
14.	Debit apă cazan	debitmetru	D _a	m ³ /h	9.1	8.35
15.	Energie termică produsă	contor de căldură	E _p	Gcal/h		
16.	Pres.barometrică	barometru	p _b	mmHg	755	

17.	Umiditate relativă	psihrometru	UR	%	75
-----	--------------------	-------------	----	---	----

Fișa energetică decembrie 2018-aprilie 2019 pentru CT5-tabelul 50

Tabelul 50

Nr crt	Perioada	Energie termica produsa [Gcal]	Energie termica facturata [Gcal]	Apa de adaos [mc]	Temperatura iesire CT		Temperatura consumator		Timp funct. [ore]
					t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	t _{tur} [°C]	t _{retur} [°C]	
1	Dec.	55.38	39.88	212	57	45	55	47	1440
2	Ian.	131.45	94.65	30	54	42	52	46	
3	Feb	67.8	48.82	8	54	42	53	47	
4	Mar	97.16	69.96	24	56	43	54	45	
5	Apr	0	0	0	0	0	0	0	

12.2. Mărimi calculate la cazanele din CT5 (SC43-Micro21)

În tabelul 51 sunt prezentate mărimile calculate

Tabelul 51

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	C1	C2	Mod de determinare
0	1	2	3	4	5	6
1.	Puterea calorifică inferioară a g.n.	H _i	kJ/Nm ³	37080		Cf. analiza cromatografica Anexa 10
2.	Densitate g.n.	ρ	kg/Nm ³	0,7321		
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L _{min}	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	9,447		Calculat la pct. 3.3.3
4.	Cantitatea reală de aer pt.arderea 1 Nm ³ g.n.	L	Nm ³ _{aer} /Nm ³ _{gn}	13.13	12.84	Calculat la pct. 3.3.4
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V ^o _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	10.44		Calculat la pct. 3.3.5
6.	Volumul real al gazelor de ardere	V _{ga}	Nm ³ _{ga} /Nm ³ _{gn}	14.12	13.84	Calculat la pct. 3.3.6
7.	Entalpia	i _{o2}	kJ/Nm ³	118.03	129.15	Calculat la pct.

	gazelor de ardere	i_{CO_2}		189.99	204.98	3.3.7
		i_{CO}		214.17	224.67	
		i_{N_2}		213.69	224.15	
		i_{ga}		167.72	192.81	
8.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i_{gn}	kJ/Nm^3	11.71	11.71	Tabele Kuzman Raznjevic
9.	Entalpia aerului de combustie	i_{aer}	kJ/Nm^3	18.23	18.23	Tabele Kuzman Raznjevic
10.	Căldura specifică a apei	c_{atur}	kJ/kg.grd	4.191	4.191	Calculat la pct. 3.3.10
		c_{aretur}		4.182	4.182	
11.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.39	1.36	Măsurat

Componentele bilanșurilor termoenergetice reale pentru CT5 sunt prezentate pe cele doua contururi, respectiv pentru fiecare cazan, tabelul 52

Tabelul 52

MĂRIMI INTRATE							
Nr crt	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Valoare			
				Cazan1		Cazan2	
				kJ/h	%	kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B \times H_i$	580793.79	99.21	535847.15	99.16
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B \times i_{gn}$	117.08	0.02	199.94	0.037
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L \cdot i_{aer} \cdot B$	4507.72	0.77	4339.3	0.803
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	585418.6	100	540386.4	100
1.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	533901.76	91.2	489590.07	90.6

2.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{cga} = V_{ga} \cdot B \cdot i_{ga}$	37466.79	6.4	38961.86	7.21
3.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$	0	0	0	0
5.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	12879.2	2.2	11618.3	2.15
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	1170.83	0.2	216.15	0.04
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	585418.6	100	540386.4	100

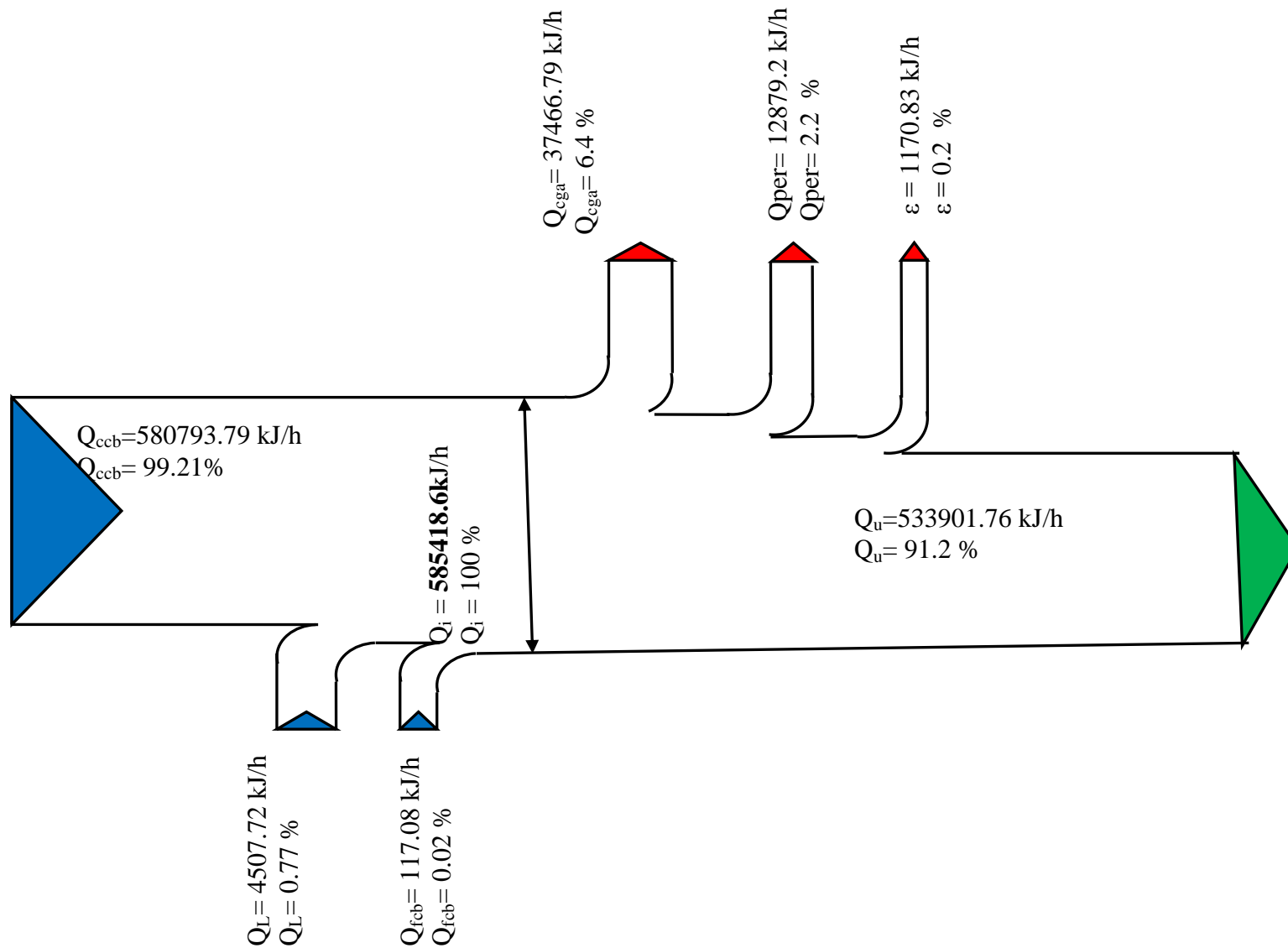


Figura 23 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 1 din CT5

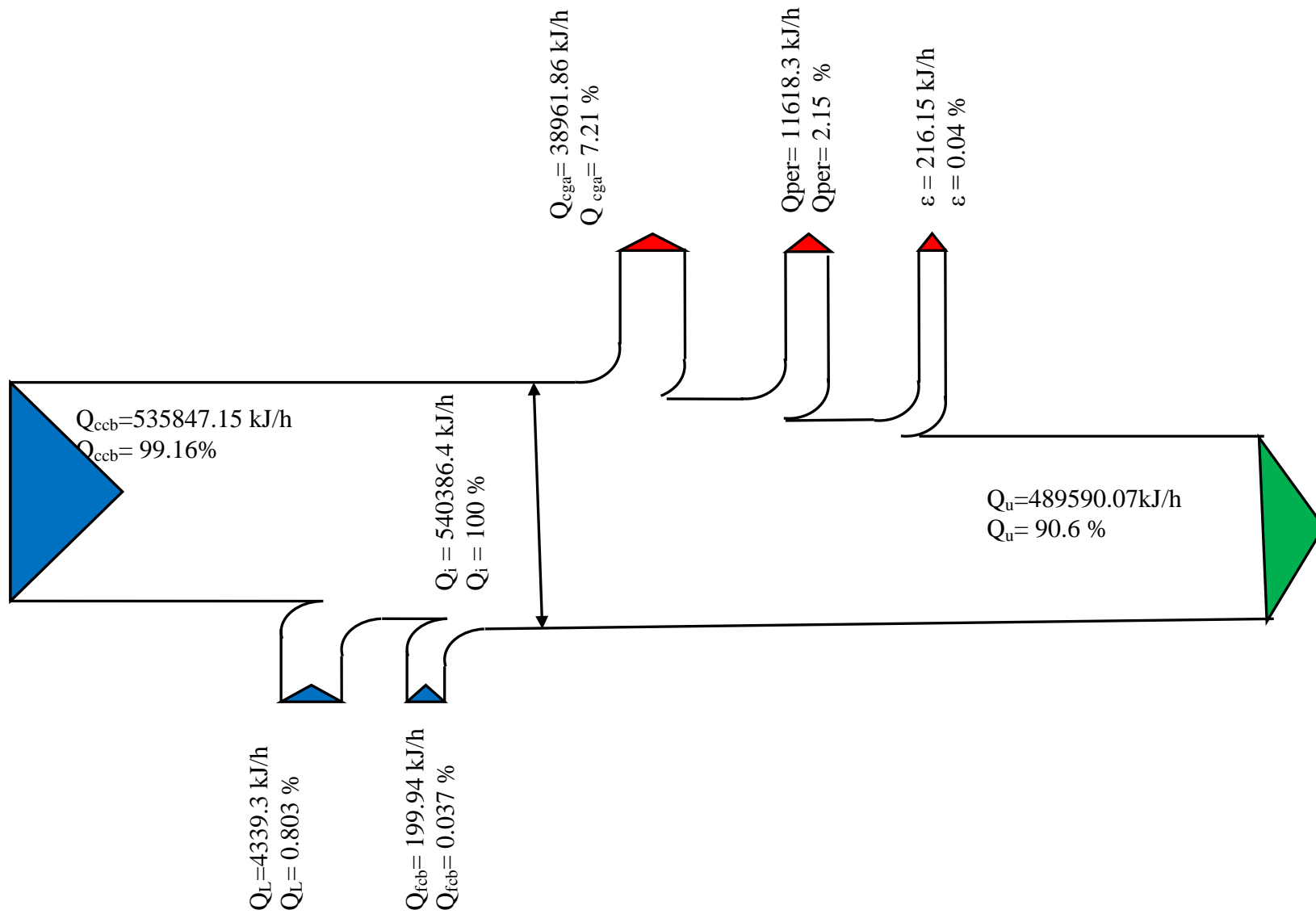


Figura 24 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real la cazanul 2 din CT5

12.3.Indicatorii reali de eficiență energetică ai cazanelor din CT5

În tabelul 53 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici pentru cele doua cazane de apă caldă din CT5.

Tabelul 53

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	Relatia de calcul	UM	Valoare	
					Cazan1	Cazan2
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	24	%	91.92	91.36
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	25	%	91.2	90.6
3.	Consumul specific de combustibil	C_b	26	kgcc/Gcal	155.35	156.34
				Nm ³ /Gcal	125.83	126.63
		c_b	27	kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.087	1.094

12.4. Componentele bilanțului termoenergetic real la cazanele din CT5

Conturul de bilanț pe total CT5 trece prin toate punctele de măsurare a fluxului de energie care intră și ies din CT 5, respectiv debitmetru de gaze naturale și cele două contoare de căldură de pe circuitul de încălzire.

Componetele bilanțului termoenergetic real pe CT5 sunt prezentate în tabelul 54 .

Tabelul 54

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energia intrată în CT5 (căldura chimică a g.n. căldură fizică a g.n. și a aerului de combustie)	Q_i	1125805	100
2.	Energie produsă în CT5	Q_u	1022230.94	90.91
3.	Pierderi prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0
4.	Pierderi prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	76428.65	6.78
5.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (convecție-radiație cazane)	Q_{per}	24497.5	1.97
6.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (conducte de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	3264.83	0.29
7.	Pierderi de căldură prin transfer masic	Q_m	-	-
8.	Eroarea de închidere a bilanțului	ϵ	562.9	0.05
Indicatori de eficiență energetică				
10.	Randament CT5	η_{CT}	-	90.91

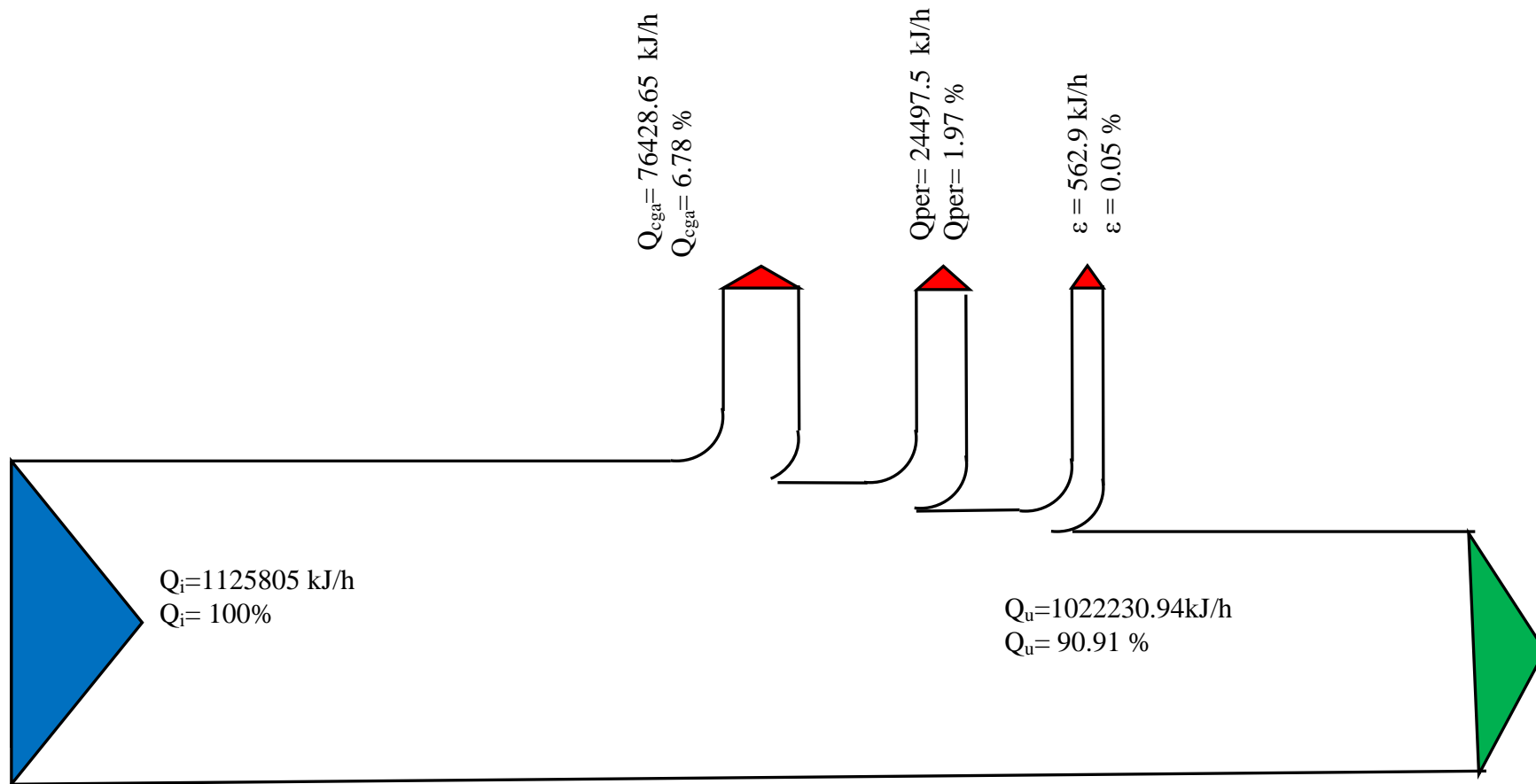


Figura 25 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la cazanele din CT5

13. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL – REȚELE TERMICE SECUNDARE RACORDATE ÎN CT 5 (SC43-MICRO 21)

13.1. Prezentarea rețelelor secundare aferente CT5

Traseul rețelelor secundare conectate la CT5 au în componența tevi montate aerian neizolate termic cât și tevi îngropate în canale nevizitabile izolate cu vată de sticlă și carton bituminos. Aproximativ 60% din rețelele secundare sunt neizolate, iar traseele izolate sunt deteriorate în proporție de 60%. Imagini ale rețelelor secundare conectate la CT5 sunt prezentate în Anexa 8. Din traseul total al rețelelor secundare racordate la CT 5 au ramas doar cele marcate cu linie roșie.

Traseul rețelelor secundare racordate la CT 5 este prezentat în Figura 26.

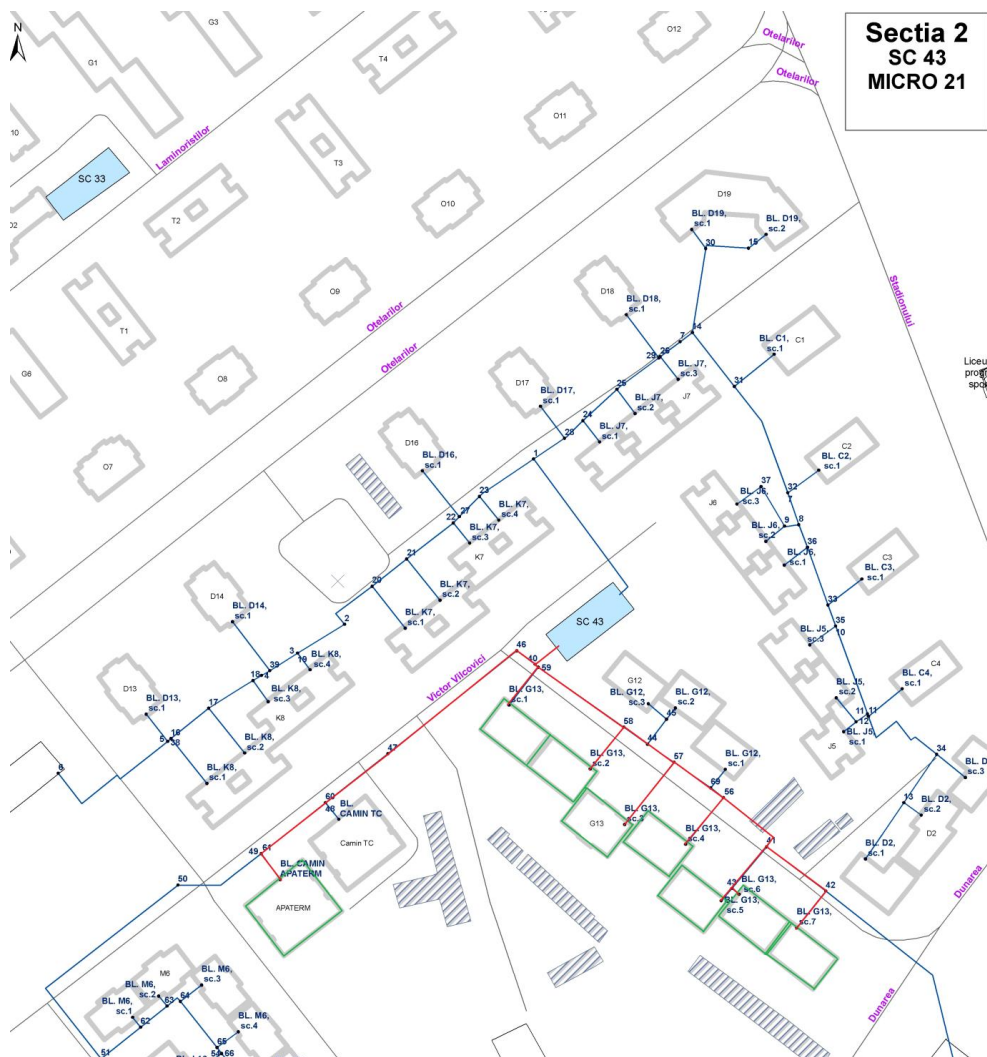


Figura.26. Traseul rețelelor secundare racordate la CT 5

13.2. Calculul pierderilor de căldură prin transfer termic la RTS aferente CT5

În tabelul 55 sunt prezentate pierderile specifice de caldura si pierderile orare de caldura la rețelele secundare conectate la CT5 (SC43-Micro 21).

Tabelul 55

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire			Pierderi specifice de caldura		Pierderi de caldura	Grad de deteriorare a izolației
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Diametru izolație [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]	%
					Tur	Retur	Tur+Retur	
1.	Rețea termică în canal vizitabil	89	97	189	211.32	157.68	35793	50
2.		108	77	208	243	181.08	32654.16	60
3.		114	10	214	252.72	188.28	4410	50
4.		133	32	233	284.4	211.68	15874.56	60
5.		157	111	257	324	241.2	62737.2	60
6.		168	147	268	342.72	254.16	87741.36	60
7.		219	10	319	423	315.36	7383.6	60
6.	Total				255557.73			

Pierderile de caldura prin transfer termic sunt $Q_{pRT} = 255557.73 \text{ kJ/h} = 70.98 \text{ kWh} = 0.06 \text{ Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 24.59 % din energia produsa în CT5.

13.3. Calculul pierderilor de căldură prin transfer masic (de agent termic)

Pierderile de căldură prin transfer masic se determină în funcție de cantitatea medie orară a apei de daos în rețelele analizate și volumul acestora .

În tabelul 56 sunt prezentate rețelele termice racordate în CT5, pe lungimi și diametre.

Tabelul 56

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea termica secundara		
		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Volum [m ³]
1.	Rețea termică în canal vizitabil	87	97	0.6031445
2.		106	77	0.7050305
3.		112	10	0.1020186
4.		131	32	0.4443477
5.		155	111	2.1477906
6.		166	147	3.2569085
7.		217	10	0.3764939
8.	Total			7.64

În tabelul 57 sunt prezentate datele de calcul pentru determinarea pierderilor de căldură prin transfer masic.

Date de calcul:

$$t_T=56\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_R=43\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_1=4.194\text{ kJ/kgK}$$

$$c_2=4.189\text{ kJ/kgK}$$

$$t_{add}=10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Tabelul 57

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos	
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Temp. [°C]
1	7.64	0.19	2.49	30230.14	10.4	0.19	10

Pierderile de caldura prin transfer masic sunt $Q_{pRm} = 30230.14\text{ kJ/h} = 8.39\text{ kWh} = 0.007\text{ Gcal/h}$, ceea ce reprezinta 2.86 % din energia produsa in CT5.

In tabelul 58 sunt prezentate datele centralizate furnizate de beneficiar pentru CT5.

Tabelul 58

Nr. crt	Energie termica livrata		Energie termica facturata		Pierderi de caldura in rețele secundare		
	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	Gcal/h	kJ/h	%
1	0.244	1022230.94	0.176	736006.28	0.068	286224.66	27.86

13.4. Bilanț termoenergetic real rețele termice

In tabelul 59 sunt prezentate componentele bilantului termoenergetic real pentru rețelele termice secundare racordate la CT5

Tabelul 59

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT5	Q_i	1022230.94	100
2.	Pierderi de căldură total în rețele	Q_{pR}	286224.66	27.86
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	255557.73	24.59
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	30230.14	2.86
5	Energia facturată	Q_f	736006.28	72.03
6	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	1124.45	0.11
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=Q_f/Q_i$	-	72.03

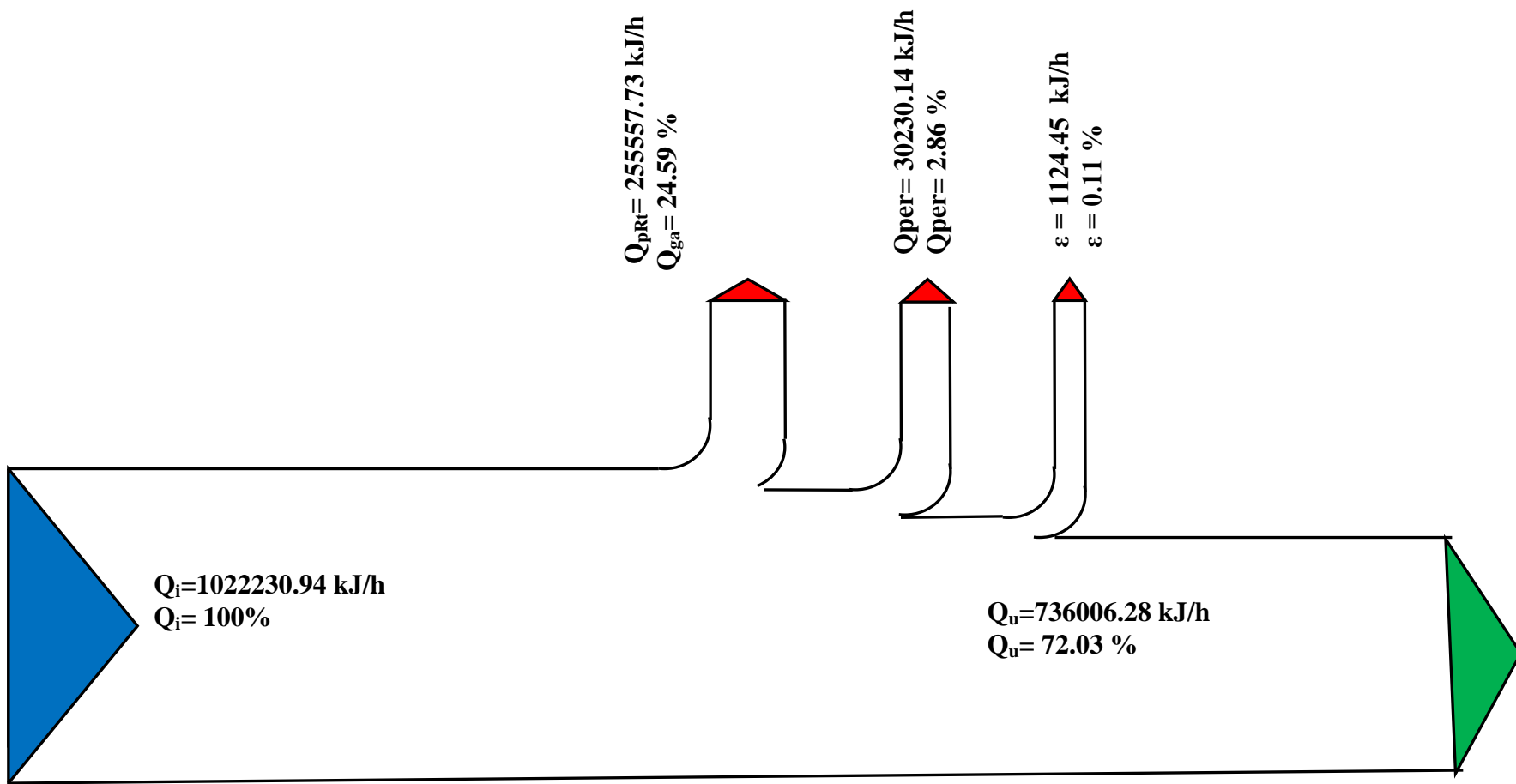


Figura 26 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real total la CT5

14. BILANȚ TERMOENERGETIC REAL CONTUR GENERAL

Componentele bilanțului termooenergetic real, care cuprinde întregul lanț de transformări energetice de la intrarea gazelor naturale în CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 până la consumatorul de energie termică, este prezentat în tabelul 60.

Tabelul 60

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare			
			kJ/h	Gcal/h	kWh	%
CONTUR CT1, CT2, CT3, CT4, CT5						
1.	Energie intrată	Q_i	8463287.85	2.02	2350.91	100
2.	Energie realizată	Q_u	7282587.04	1.74	2022.94	86.05
3.1.	Pierderi prin ardere chimică incompletă	Q_{cga}	0	0	0	0
3.2.	Pierderi prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	841362.85	0.201	233.71	9.94
3.3.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (cazane)	Q_{per}	254675.56	0.06	70.74	3
3.4.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (conduțe de legătură, caturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	60062.2	0.014	16.68	0.7
3.5.	- prin transfer masiv	Q_m	-	-	-	-
4.	Energie ieseală din CT	Q_e	8438687.65	2.01	2344.07	
5.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	24600.2	0.0058	6.83	0.29
CONTUR REȚELE TERMICE RACORDATE IN CT1, CT2, CT3, CT4, CT5						
6.	Energie livrată	Q_i	7282587.04	1.74	2022.94	100
7.	Pierderi de căldură în rețele termice, din care:	ΔQ_{pR}	2716629.49	0.64	754.61	37.3
7.1.	- prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	1885063.09	0.45	523.62	25.88
7.2.	- prin transfer masiv	Q_{pRm}	828320.71	0.197	230.08	11.37
8.	Energie facturată	Q_f	4513389.08	1.078	1253.71	61.97
9.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	53162.88	0.012	14.76	0.73
INDICATORI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ						
1.	Randament termic brut cazane η_C				%	86.05
2.	Randament CT η_{CT}				%	85.33
3.	Randament rețele termice η_{RT}				%	61.97
4.	Randament termic contur general η_G				%	53.32

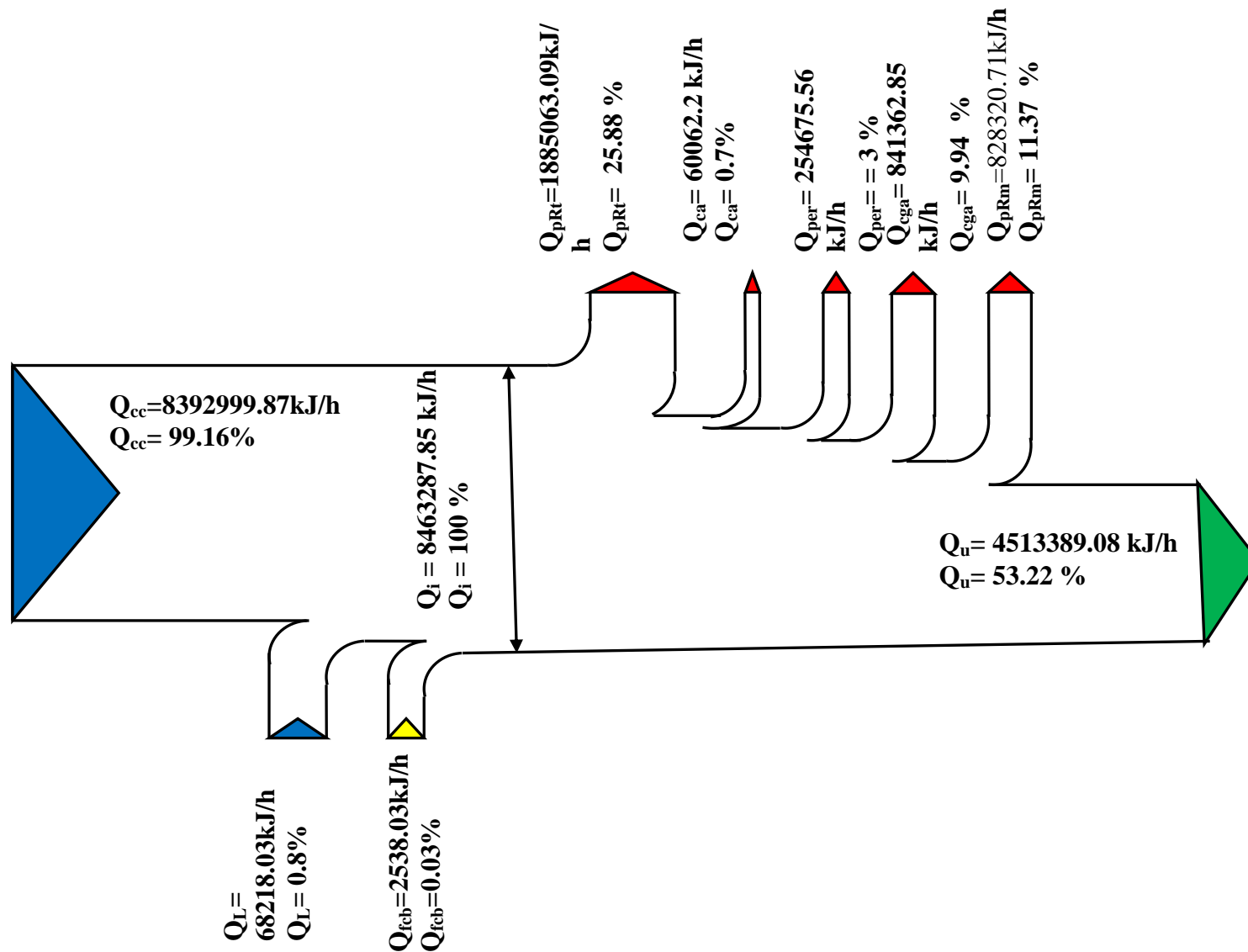


Figura 27 – Diagrama Sankey pentru bilanțul real contur general CT-uri si rețele termice

15. CALCULUL PIERDERILOR TEHNOLOGICE DE ENERGIE TERMICA LA CAZANE

15.1.1. Parametrii optimi de funcționare ai cazanelor

Bilanțul optim se întocmește după aceeași metodologie ca și bilanțul real, dar în funcție de parametrii optimi, indicați în cartea tehnică ai cazanului.

Parametrii optimi de funcționare ai cazanelor THERMOSTAHL tip ENERSAVE , cu puteri de 232kW, 349 kW și 931 kW sunt prezentați în tabelul 61.

Tabelul 61

Nr. crt.	Parametrul	Simbol	UM	Valoare		
				Cazan 232 kW	Cazan 349 kW	Cazan 931 kW
1.	Compoziția chimică elementară a gazelor de ardere	O ₂	%	3	3	3
		CO ₂	%	10.2	10.2	10.2
		CO	%	0	0	0
		N ₂	%	86,8	86,8	86,8
2.	Coeeficientul excesului de aer	λ	-	1.15	1.15	1.15
3.	Temperatură gaze de ardere	t _{ga}	°C	160	160	160
4.	Randamentul arderii	η_a	%	93	93	93
5.	Randamentul cazanului	η	%	91 ÷ 92	91 ÷ 92	91 ÷ 92
6.	Temperatură agent termic	t _{tur} t _t	°C	93	93	93
		t _{retur} t _r	°C	75	75	75
7.	Diferență de temperatură	Δt	°C	18	18	18
8.	Temperatură aer de combustie	t _{aer}	°C	21	21	21
9.	Temperatură gaze naturale	t _{gn}	°C	19	19	19
10.	Debit apă	D	m ³ /h	10	13.5	35
11.	Puterea calorică inferioară a gazelor naturale	H _i	kJ/Nm ³	37150		37150
12.	Depresiunea gazelor arse la finele cazanului	Δp_{ga}	mbar	6.5		6.5

15.1.2. Calculul mărimilor necesare elaborării pierderilor tehnologice de energie termică la cazane

Mărimile necesare bilanțului optim se determină pe baza parametrilor optimi, la fel ca și mărimile pentru bilanțul real al cazanelor și sunt prezentate în tabelul 62.

Tabelul 62

Nr. crt.	Mărimea calculată	Simbol	UM	Valoare
0	1	2	3	4
1.	Puterea calorifică inferioară a gazelor naturale	H_i	kJ/Nm^3	37080
2.	Densitatea g.n.	ρ	kg/Nm^3	0,8138
3.	Cantitatea teoretică de aer de combustie	L_{\min}	$\text{Nm}^3_{\text{aer}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}$	9,447
4.	Cantitatea de aer pentru arderea 1Nm^3 de gaze naturale	L	$\text{Nm}^3_{\text{aer}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}$	10,44
5.	Volumul teoretic al gazelor de ardere	V_{ga}^o	$\text{Nm}^3_{\text{gn}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}$	10,44
6.	Volumul real al gazelor de ardere	V_{ga}	$\text{Nm}^3_{\text{gn}}/\text{Nm}^3_{\text{gn}}$	12.006
7.	Entalpia O_2	i_{O_2}	kJ/Nm^3	212.922
8.	Entalpia CO_2	i_{CO_2}	kJ/Nm^3	282.494
9.	Entalpia CO	i_{CO}	kJ/Nm^3	208.920
10.	Entalpia N_2	i_{N_2}	kJ/Nm^3	208.466
11.	Entalpia gazelor de ardere	i_{ga}	kJ/Nm^3	216.150
12.	Entalpia gazelor naturale la 6°C	i_{gn}	kJ/Nm^3	12.8
13.	Entalpia aerului de combustie la 27°C	i_{aer}	kJ/Nm^3	12.9
14.	Căldura specifică a apei	c_a	kJ/kg.grd	4.197
15.	Coeficientul excesului de aer	λ	-	1.15
16.	Consum de combustibil cazan 232 kW	B'	Nm^3/h	8.5
17.	Consum de combustibil cazan 349 kW	B'	Nm^3/h	12.5
18.	Consum de combustibil cazan 931 kW	B'	Nm^3/h	24.5

15.1.3. Calculul componentelor pierderilor tehnologice de energie termică la cazane

Căldura intrată în contur

15.1.3.1. Căldura chimică a combustibilului

$$Q_{\text{ccb}} = B' \times H_i \quad [\text{kJ/h}] \quad (36)$$

15.1.3.2. Căldura fizică a combustibilului

$$Q_{fcb} = B' \times i_{gn} \quad [\text{kJ/h}] \quad (37)$$

15.1.3.3.Căldura fizică a aerului de combustie

$$Q_L = \lambda \times L_{\min} \times i_{aer} \times B' \quad [\text{kJ/h}] \quad (38)$$

15.1.3.4.Căldura totală intrată în contur

$$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L \quad [\text{kJ/h}] \quad (39)$$

CĂLDURA IEȘITĂ DIN CONTUR

15.1.3.5.Căldura Utilă

$$Q_u = D \times c_a \times (t_t - t_r) \quad [\text{kJ/h}] \quad (40)$$

15.1.3.6.Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă

$$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} \text{ CO} + H_i^{H_2} \text{ H}_2 + \sum H_i^{C_nH_m} \cdot C_nH_m)] \quad [\text{kJ/h}] \quad (41)$$

unde:

$$Q_{ga} = 0$$

15.1.3.7.Căldura pierdută prin entalpia gazelor de ardere evacuate la coș

$$Q_{cga} = V_{ga} \times B' \times i_{ga} \quad [\text{kJ/h}] \quad (42)$$

15.1.3.8.Căldura pierdută prin radiație și convecție în mediul ambiant

$$Q_{per} = Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100 \quad [\text{kJ/h}] \quad (43)$$

unde: $\alpha_{ge}=3\%$ (calculat conform relației 13)

15.1.3.9.Căldura totală ieșită din contur

$$Q_e = Q_u + Q_{cga} + Q_{ga} + Q_{per} \quad [\text{kJ/h}] \quad (44)$$

15.2. Pierderile tehnologice de energie termica pentru cazanul de 232 kW

In tabelul 63 sunt prezentate fluxurile termice intrate si iesite din cazanul de 232kW.

Tabelul 63

Nr. crt.	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Cazan 232kW	
				kJ/h	%

1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B' \times H_i$	310744.03	99.2
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B' \times i_{gn}$	100.24	0.032
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L \cdot i_{aer} \cdot B'$	2405.76	0.768
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	313250.03	100
5.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	286310.52	91.4
6.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{cga} = V_{ga} \cdot B' \cdot i_{ga}$	21050.4	6.72
7.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} - CO)]$	0	0
8.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	4009.6	1.28
	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	1879.5	0.6
9.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{cga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	313250.03	100

15.3. Indicatorii optimi de eficiență energetică ai cazanelor de 232 kW

În tabelul 64 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici optimi de funcționare pentru cazanele de 232kW

Tabelul 64

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	Relatia de calcul	UM	Valoare
					Cazan 232 kW
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	24	%	92.1
2.	Randamentul termic de	η_{te}	25	%	91.4

	exploatare				
3.	Consumul specific de combustibil	C_b	26	kgcc/Gcal	155.65
				$Nm^3/Gcal$	126.07
		c_b	27	$kJ_{comb}/kJ_{caldura}$	1.089

15.4. Pierderile tehnologice de energie termica pentru cazanul de 349 kW

In tabelul 65 sunt prezentate fluxurile termice intrate si iesite din cazanul de 349 kW.

Tabelul 65

Nr. crt.	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Cazan 349 kW	
				kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B' \times H_i$	457022.52	99.21
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B' \times i_{gn}$	92.13	0.02
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L \cdot i_{aer} \cdot B'$	3547.09	0.77
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	460661.75	100
5.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	421966.16	91.6
6.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{cga} = V_{ga} \cdot B' \cdot i_{ga}$	27823.96	6.04
7.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} - CO)$	0	0
8.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	9028.97	1.96
9.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	1842.64	0.4
10.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{cga} + Q_{cinc} + Q_{per} + \varepsilon$	460661.75	100

15.5. Indicatorii optimi de eficiență energetică ai cazanelor de 349 kW

În tabelul 66 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici optimi de funcționare pentru cazanele de 349 kW

Tabelul 66

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	Relatia de calcul	UM	Valoare
					Cazan 349 kW
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	24	%	92.3
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	25	%	91.6
3.	Consumul specific de combustibil	C_b	26	kgcc/Gcal	155.31
				Nm ³ /Gcal	125.8
		c_b	27	kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.087

15.6. Pierderile tehnologice de energie termica pentru cazanul de 931 kW

In tabelul 67 sunt prezentate fluxurile termice intrate si iesite din cazanul de 931 kW.

Tabelul 67

Nr. crt.	Denumirea componentei	Simbol	Relația de calcul	Cazan 931 kW	
				kJ/h	%
1.	Căldura chimică a combustibilului	Q_{ccb}	$Q_{ccb} = B' \times H_i$	895493.27	99.18
2.	Căldura fizică a combustibilului	Q_{fcb}	$Q_{fcb} = B' \times i_{gn}$	270.87	0.03
3.	Căldura fizică a aerului de combustie	Q_L	$Q_L = \lambda \cdot L \cdot i_{aer} \cdot B'$	7132.88	0.79
4.	TOTAL CĂLDURĂ INTRATĂ	Q_i	$Q_i = Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L$	902897.03	100
5.	Căldura utilă	Q_u^*	$Q_u = D \cdot c_a \cdot (t_t - t_r)$	823442.09	91.2
6.	Căldura pierdută prin entalpia gazelor evacuate la coș	Q_{cga}	$Q_{cga} = V_{ga} \cdot B' \cdot i_{ga}$	47853.54	5.3

7.	Căldura pierdută prin ardere chimică incompletă	Q_{cinc}	$Q_{cga} = 1/100 [B (\lambda - 1) \cdot V_{ga} \cdot (H_i^{CO} CO$	0	0
8.	Căldura pierdută prin radiație și convecție	Q_{per}	$Q_{per} = \alpha_{ge} (Q_{ccb} + Q_{fcb} + Q_L) \cdot 1/100$	28892.7	3.2
9.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	$\varepsilon = Q_i - Q_e$	2708.69	0.3
10.	TOTAL CĂLDURĂ IEȘITĂ	Q_e	$Q_e = Q_u + Q_{ga} + Q_{cga} + Q_{per} + \varepsilon$	902897.03	100

15.7. Indicatorii optimi de eficiență energetică ai cazanelor de 931 kW

În tabelul 66 sunt prezentate valorile indicatorilor energetici optimi de functionare pentru cazanele de 931 kW

Tabelul 68

Nr. crt.	Denumire indicator	Simbol	Relatia de calcul	UM	Valoare
					Cazan 931 kW
1.	Randamentul termic brut	η_{tb}	24	%	91.95
2.	Randamentul termic de exploatare	η_{te}	25	%	91.5
3.	Consumul specific de combustibil	C_b	26	kgcc/Gcal	155.99
				Nm ³ /Gcal	126.35
		c_b	27	kJ _{comb} /kJ _{căldură}	1.088

15.8. Pierderile tehnologice de energie termica contur general la CT1,CT2,CT3,CT4,CT5

Componentele bilanțului termoenergetic optim, care cuprinde întregul lanț de transformări energetice de la intrarea gazelor naturale în cazane până la consumatorul de energie termică, este prezentat în tabelul 69.

Tabelul 69

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
CONTUR CT1,CT2,CT3,CT4,CT5				
1.	Energie intrată	Q_i	5785911.74	100,00
2.	Energie realizată în CT	Q_u	5304980.82	91.68
3.	Pierderi în CT,	ΔQ_{pCT}	482088	8.33

	din care:			
3.1.	- prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0
3.2.	- prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	330954.15	5.72
3.3.	- prin transfer termic în mediul ambiant (cazane)	Q_{per}	149667.14	2.58
3.4.	- prin transfer termic în mediul ambiant (conducte de legătură, coturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	1157.18	0.02
3.5.	- prin transfer masic	Q_m	0	0

16. CALCULUL PIERDERILOR TEHNOLOGICE DE ENERGIE TERMICA LA REȚELELE TERMICE SECUNDARE

16.1 Calculul pierderilor de caldura prin transfer masic de agent termic

Pierderile de căldură prin transfer masic se determină în funcție de cantitatea medie orară a apei de adaos în rețelele analizate și volumul acestora .

Relatiile de calcul sunt aceleasi ca la bilantul real (Capitolul 7.2)

Pierderile de căldură prin transfer masic normate sunt de 0.2 % din volumul rețelelor termice, cf. Ordinului nr.91/2007 al ANRSC.

În tabelul 70 sunt prezentate datele de calcul pentru pierderile de caldura prin transfer masic de agent termic

Tabelul 70

Nr. crt.	Volum rețele [m ³]	Pierderi masice de agent termic		Pierderi prin transfer masic [kJ/h]	Pierderi prin transfer masic [Gcal/an]	Apa de adaos		Timp de functionare [ore]
		[m ³ /h]	[%]			Cantitate orara [m ³ /h]	Temp. [°C]	
1	41.65	0.08	0.2	5.02	0.003	0.08	10	2500

16.2 Calculul pierderilor de caldura prin transfer termic la rețelele secundare

Pierderile de caldura prin transfer termic se vor calcula cf. Ordinului nr.91/2007 al ANRSC, astfel ca izolarea conductelor și a armaturilor respecta următoarele grosimi minime ale stratului izolant, în functie de diametrul nominal sau cel exterior, dacă nu este definit diametrul nominal (DN), raportat la un coeficient de conductibilitate a izolatiei de 0.035 W/(m·K):

- DN < 20 - 20 mm
- 20 ≤ DN ≤ 35 - 30 mm
- 40 ≤ DN ≤ 100 = DN
- DN ≥ 100 - 100 mm

Tabelul 71

Nr. crt.	Amplasare rețea	Rețea încălzire	Pierderi specifice de caldura	Pierderi de caldura	Grad de deteriorare a izolatiei
----------	-----------------	-----------------	-------------------------------	---------------------	---------------------------------

		Diametru teava [mm]	Lungime [m]	Grosime izolatie [mm]	[kJ/m·h]		[kJ/h]	%	
					Tur	Retur	Tur+Retur		
	Rețea termică îngropată	63	70	63	50.4	37.44	6148.8	100	
		76	136	76	50.4	37.44	11946.24	100	
		89	230	89	50.4	37.44	20203.2	100	
		108	488	100	52.92	39.24	44974.08	100	
		133	160	100	68.4	50.76	19065.6	100	
		168	298	100	70.92	52.56	36797.04	100	
		219	90	100	85.68	63.36	13413.6	100	
	Rețea termică aeriana	110	210	100	68.4	54.72	25855.2	100	
		121	120	100	72.72	57.96	15681.6	100	
		146	150	100	82.44	65.52	22194	100	
		159	80	100	87.12	69.48	6148.8	100	
	Total							228807.36	100

În tabelul 72 sunt prezentate componentele bilanțului termoenergetic optim pentru rețelele termice secundare

Tabelul 72

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare	
			kJ/h	%
1.	Energie livrată din CT	Q_i	5304980.82	100
2.	Pierderi de căldură total în rețele	Q_{pR}	241357.36	4.55
3	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	228807.36	4.31
4	Pierderi prin transfer masic	Q_{pRm}	12550	0.24
Indicatori de eficiență energetică				
7	Randament RT	$\eta_{RT}=(Q_i - Q_{pR})/Q_i$	-	95.45

16.3. Pierderile tehnologice de energie termica contur general

Componentele bilanțului termoenergetic optim, care cuprinde întregul lanț de transformări energetice de la intrarea gazelor naturale în CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 până la consumatorul de energie termică, este prezentat în tabelul 73.

Tabelul 73

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare			
			kJ/h	Gcal/h	kWh	%
CONTUR CT1, CT2, CT3, CT4, CT5						
1.	Energie intrată	Q_i	5785911.74	1.38	1607.19	100,00
2.	Energie realizată	Q_u	5304980.82	1.26	1.47	91.68
3.1.	Pierderi prin ardere chimică incompletă	Q_{ga}	0	0	0	0
3.2.	Pierderi prin gazele de ardere evacuate la coș	Q_{cga}	330954.15	0.079	91.93	5.72
3.3.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{per}	149667.14	0.035	41.57	2.58

	(cazane)					
3.4.	Pierderi prin transfer termic în mediul ambiant (conduțe de legătură, caturi, armături, butelie de amestec, etc.)	Q_{ca}	1157.18	0.00027	0.32	0.02
3.5.	- prin transfer masic	Q_m	-	-	-	-
CONTUR REȚELE TERMICE RACORDATE IN CT1, CT2, CT3, CT4, CT5						
6.	Energie livrată	Q_i	5304980.82	1.26	1.47	100
7.	Pierderi de căldură în rețele termice, din care:	ΔQ_{pR}	241357.36	0.057	67.04	4.55
7.1.	- prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	228807.36	0.054	63.55	4.31
7.2.	- prin transfer masic	Q_{pRm}	12550	0.0029	3.48	0.24
8.	Energie utilă facturată	Q_f	5052994.23	1.2	1403.6	95.25
9.	Eroarea de închidere a bilanțului	ε	10609.96	0.0025	2.94	0.2
INDICATORI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ						
1.	Randament termic brut cazane η_C				%	91.68
2.	Randament CT η_{CT}				%	91.48
3.	Randament rețele termice η_{RT}				%	95.25
4.	Randament termic contur general η_G				%	87.33

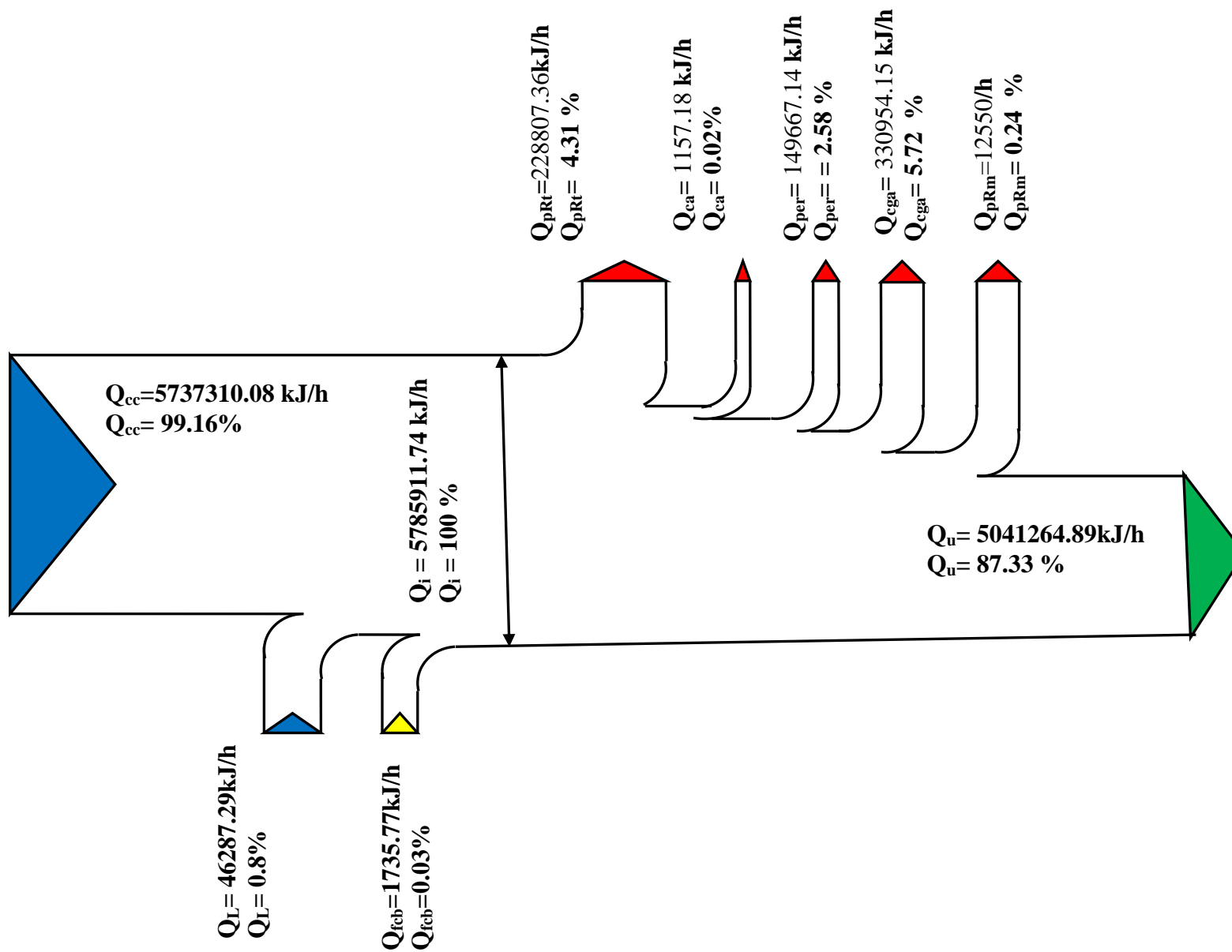


Figura 28 – Diagrama Sankey pentru bilanțul optim contur general CT-uri si rețele termice

17. CALCULUL PIERDERILOR TEHNOLOGICE

Situația punctelor termice care aparțin SC CALORGAL Galați și a consumatorilor deserviti de acestea se prezintă în Anexa 8.

În trimestrul IV din anul 2018 și trimestrul I din anul 2019 SC CALORGAL SA Galați a înregistrat un consum energetic de 1258.8 tep, din care:

- energie electrică 40.83 tep;
- gaze naturale 1217.97 tep;

Analiza bilanțului termoenergetic real constă în compararea componentelor utile și de pierderi cu cele din procesele și instalațiile similare, de proiect, de recepție, de omologare sau optimizare, cunoscute pe plan intern, extern și în literatura de specialitate.

De asemenea, compararea indicatorilor fizici și de eficiență energetică reali cu cei optimi (consumuri specifice de energie, randamente).

Conturul bilanțului termoenergetic real cuprinde centrala termică CT16 și rețelele termice racordate în aceasta.

Structura bilanțului termoenergetic real cuprinde:

- un contur general – CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 și rețelele termice racordate la acestea - prezentat în tabelul 60 și diagrama Sankey în figura 27;
- 8 subcontururi:
 - 10 subcontururi pe fiecare din cele 10 cazane prezentate în Tabelele 8, 19, 30, 41, 52 și diagramele Sankey în figurile 4, 5, 9, 10, 14, 15, 18, 19, 23, 24;
 - 5 subcontururi CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, prezentat în tabelele 10, 21, 32, 43, 54 și diagrama Sankey în figurile 6, 11, 16, 20, 25
 - 5 subcontururi pentru rețelele termice, prezentate în tabelele 15, 26, 37, 48, 59 și diagramele Sankey în figurile 8, 13, 17, 22, 26.

17.1. Calculul pierderilor tehnologice la cazane

La cele 24 de centrale termice funcționale la momentul de față s-au efectuat doar lucrările specifice de instalare a cazanelor de apă caldă. În plus, din cele 24 centrale termice, un număr de 7 sunt nemodernizate. Lucrările de instalare a acestor centrale au fost finalizate în prima decadă a lunii decembrie 2018.

Circa 50 % din totalul centralelor termice exploatate de către SC Calorgal SA, au fost modernizate cu dispozitive de monitorizare automată în timp real, a variațiilor de temperatură exterioară, cu schimbătoare de căldură cu plăci și cu convertizoare de frecvență, pentru o reglare a turației variabile a pompelor. Majoritatea centralelor termice sunt dotate cu schimbătoare de căldură cu plăci, cu excepția unuia, ce este echipat cu schimbător de căldură tubular.

În Anexa 8 sunt prezentate caracteristicile capacităților energetice de producere a energiei termice din cele 24 de centrale termice, cât și lungimea traseelor rețelelor secundare.

Cele 24 centrale termice furnizează numai agent termic de încălzire. Energia termică produsă este contorizată la nivelul fiecărei centrale termice.

Din verificările efectuate în teren s-a constatat că echipamentele au o stare tehnică bună. Nu s-au constatat pierderi masive de agent la nivelul centralelor termice.

Randamentele termice brute și de exploatare și consumurile specifice de combustibil ale celor zece cazane evaluate au valori diferite de cele optime, fiind menționate în tabelul 74.

Tabelul 74

Nr. crt.	Denumire CT/cazan	Denumire indicator					Denumire indicator				
		Valoare reala					Valoare optima				
		Randament termic brut η_{tb} [%]	Randament termic de exploatare η_{te} [%]	Consumul specific de combustibil			Randament termic brut η_{tb} [%]	Randament termic de exploatare η_{te} [%]	Consumul specific de combustibil		
C_b [kgcc/Gcal]	C_b [Nm ³ /Gcal]			c_b [kJ _{comb} /kJ _{caldura}]	C_b [kgcc/Gcal]	C_b [Nm ³ /Gcal]			c_b [kJ _{comb} /kJ _{caldura}]		
1.	CT 1/cazan 1	88.18	87.45	162	133	1.132	92.1	91.4	155.65	126.07	1.089
2.	CT 1/cazan 2	88.05	87.33	162.24	133.2	1.159	92.1	91.4	155.65	126.07	1.089
3.	CT 2/cazan 1	84.51	83.8	168.99	138.57	1.182	91.95	91.2	155.99	125.93	1.088
4.	CT 2/cazan 2	83.06	82.29	172.01	141.04	1.2	91.95	91.2	155.99	125.93	1.088
5.	CT 3/cazan 1	85.88	85.2	166.31	136.37	1.164	91.95	91.2	155.99	125.93	1.088
6.	CT 3/cazan 2	87.11	86.4	163.97	134.45	1.147	91.95	91.2	155.99	125.93	1.088
7.	CT 4/cazan 1	91.6	90.2	155.88	126.26	1.091	92.1	91.4	155.65	126.07	1.089
8.	CT 4/cazan 2	88.92	88.2	161.83	131.08	1.13	92.1	91.4	155.65	126.07	1.089
9.	CT 5/cazan 1	91.92	91.2	155.35	125.83	1.087	92.3	91.6	155.31	125.8	1.082
10.	CT 5/cazan 2	91.36	90.6	156.34	126.63	1.094	92.3	91.6	155.31	125.8	1.082
11.	TOTAL REAL			1624.92	1326.43	11.39	TOTAL OPTIM		1557.18	1259.60	10.87
12.	Diferenta			$\Delta C_b = 66.83 = 5.3\% [Nm^3/Gcal];$							

17.2. Consumul suplimentar de gaze datorita functionarii neconforme a cazanelor

Deficiențele arătate în analizele bilanțurilor energetice reale pe fiecare cazan în parte au condus la un consum suplimentar de gaze naturale, în anul 2018, exprimat în unități energetice, astfel:

$$\Delta B_{CT} = \Delta \eta_{CT} \cdot B_{an}$$

unde $\Delta \eta_{CT} = \eta_{CT \text{ OPTIM}} - \eta_{CT \text{ REAL}}$ - reprezintă diferența între randamentul centralelor termice la funcționare optimă și randamentul la funcționare reală.

$B_{an} = 1513014 \text{ Nm}_3/\text{an}$ – consum raportat de SC CALORGAL SA în perioada decembrie 2018-aprilie 2019

$$\eta_{CT \text{ OPTIM}} = 91.68 \% \text{ (Tabelul 73)}$$

$$\eta_{CT \text{ REAL}} = 86.05 \% \text{ (Tabelul 60)}$$

$\Delta B = 85182.68 \text{ Nm}_3/\text{an}$ – consum suplimentar de gaz datorită funcționării neconforme a cazanelor.

17.3. Calculul pierderilor tehnologice la rețelele secundare

Amplasarea rețelelor termice secundare este de tip subteran, în canale termice comune pentru conductele de încălzire (tur / retur) și pentru cele de apă caldă de consum (ducere / recirculare), atât vizitabile cât și nevizitabile (în multe situații, prin canalele termice nevizitabile, trec conducte de apă potabilă, rețele de canalizare). Diametrele actuale ale celor 15394 metri de conducte vechi sunt cuprinse între 67 și 324 mm diametru. Situate aerian sunt neizolate termic, datorită furturilor repetate ale izolațiilor termice și, prin urmare conduc la pierderi semnificative prin transfer termic în atmosferă.

Parțial, rețelele amplasate în canale tehnice vizitabile, acestea sunt în canalele comune de apă rece și/sau canalizare ale operatorului SC Apa Canal. Datorită vechimii acestora, avariilor, rețelele termice secundare sunt uneori inaccesibile datorită nivelului ridicat de dejectii și/sau ape insalubre de la sistemele de canalizare.

Principalele probleme care afectează funcționarea rețelelor de distribuție nereabilitate sunt următoarele:

- conductele sunt afectate de coroziune, fisurile conduc la pierderi importante de agent termic;
- porțiunile neizolate de conductă și izolația necorespunzătoare (umedă, tasată) cauzează pierderi mari de căldură și corodarea exterioară a conductelor;
- canalele termice sunt parțial inundate, apa provenită din avarii sau infiltrații nu se evacuează la canalizare;
- cantitatea foarte mare de apă de adaos datorită avariilor frecvente aparute la rețelele termice și din cauza furtului de agent termic din rețele.
- lipsa unui sistem de monitorizare a parametrilor termici la intrare și ieșire de pe tronsoanele aferente rețelelor termice.

In tabelul 75 sunt prezentati indicatorii de eficienta energetica reali si optimi ai retelelor secundare aferente centralelor termice analizate in prezentul bilant termooenergetic

Tabelul 75

Nr. crt.	Componenta de bilanț	Simbol	Valoare		
			REAL	OPTIM	Diferenta
			%	%	%
CONTUR REȚELE TERMICE RACORDATE IN CT1, CT2, CT3, CT4, CT5					
1.	Energie livrată	Q_i	100	100	0
2.	Pierderi de căldură în rețele termice, din care:	ΔQ_{pR}	37.3	4.55	32.75
3.	- prin transfer termic în mediul ambiant	Q_{pRt}	25.88	4.31	21.57
4.	- prin transfer masic	Q_{pRm}	11.37	0.24	11.13
5.	Randament rețele termice	η_{RT}	61.97	95.25	33.88

Consumul suplimentar de gaze datorita situatiei proaste a retelelor termice secundare:

$$\Delta B_{RT} = \Delta \eta_{RT} \cdot B_{an}$$

unde $\Delta \eta_{RT} = \eta_{RT \text{ OPTIM}} - \eta_{RT \text{ REAL}}$ - reprezinta diferenta intre randamentul retelelor termice la functionare optima si randamentul la functionare reala.

$B_{an} = 1513014 \text{ Nm}_3/\text{an}$ – consum raportat de SC CALORGAL SA in perioada decembrie 2018-aprilie 2019

$$\eta_{RT \text{ OPTIM}} = 95.25 \% \text{ (Tabelul 75)}$$

$$\eta_{RT \text{ REAL}} = 61.97 \% \text{ (Tabelul 75)}$$

$\Delta B = 512609.14 \text{ Nm}_3/\text{an}$ – consum suplimentar de gaz datorita situatiei necorespunzatoare a retelelor termice.

Consumul suplimentar de gaze pe contur general :

$$\Delta B_G = (\Delta \eta_{RT} + \Delta \eta_{CT}) \cdot B_{an} = 597791.83 \text{ Nm}_3/\text{an} - 482 \text{ tep}/\text{an}$$

Prețul mediu al gazului este de 181 lei/MWh, respectiv 2104.65 lei/tep = 452.61 euro/tep.

Cursul utilizat a fost de 1 euro = 4.65 lei.

Cheltuieli suplimentare : 482 tep/an · 2104.65 lei/tep = 1014441.3 lei/an = 218159.42 euro/an

18. PROGRAM DE MĂSURI

La toate aceste 24 de puncte termice s-au efectuat doar lucrarile specifice de instalare a cazanelor de apa calda, fara a se modifica retelele secundare de transport energie termica si fara prinderea acestora intr-un sistem de automatizare-dispecerizare. In plus, din cele 24 puncte termice, un numar de 7 sunt nemodernizate.

Lucrarile de instalare a acestor centrale au fost finalizate in prima decada a lunii decembrie 2018. Proiectul prin care cele 24 de puncte termice au fost transformate in centrale de cartier prevede producerea si furnizarea doar de agent termic pentru incalzire, nu si pentru apa calda. Exista totusi Asociații de Proprietari, precum cele de la PT 9 si SC 16, care doresc pe viitor si furnizarea de apa calda de consum (acc), cerinta ce se poate indeplini, cu conditia unor minime investitii in scopul asigurarii unui serviciu de calitate si fara pierderi catre beneficiari.

Retelele de transport enegie termica, de la punctele termice pana la limita de proprietate a aconsumatorilor deserviti, au ramas nemodificate. Acestea sunt supradimensionate, au peste 25 de ani vechime, cu izolatia deteriorata, corodate, fapt ce in sezonul rece 2018 – 2019 a condus la numeroase avarii, scaderea coeficientului de transfer, cresterea pierderilor masice de agent termic datorat starii retelelor si armaturilor.

Retelele de transport a agentului termic functioneaza cu eficienta redusa, consumuri specifice mari, situatie care se datoreaza in primul rand uzurii fizice si morale avansate a conductelor existente. Pierderile medii de energie termica au fost de 33,8 %. Toate acestea, se reflecta in consumuri mari de gaze naturale si energie electrica, fapt ce duce la costuri de productie nerezonabile.

Masurile propuse pentru cresterea eficientei energetice a sistemului de termoficare sunt urmatoarele:

- redimensionarea si inlocuirea retelelor secundare de transport energie termica cu conducte din otel preizolate. Necesitatea redimensionarii retelelor rezulta din faptul ca aceste puncte termice deservesc un numar mai redus de consumatori fata de cate erau initial, la proiectarea SACET;
- reabilitarea punctelor termice nemodernizate;
- reducerea pierderilor masice a apei de adaos prin contorizarea consumatorilor finali pe circuitele tur/retur;
- automatizarea si dispecerizarea tuturor centralelor instalate

S-au propus trei scenarii tehnico-economice, prin care obiectivele proiectului de investitii pot fi atinse:

Scenariul 1 : repararea retelelor existente, acolo unde au existat un numar mare de avarii (PT CSG, PT 50, SC 1, SC 43, PT Policlinica, PT Cristal);

Scenariul 2 : reabilitarea punctelor termice nemodenizate, automatizarea si monitorizarea tuturor punctelor termice prin dispecerizare;

Scenariul 3 : redimensionarea si inlocuirea retelelor existente, cu altele in solutie de teava preizolata;

Recomandam aplicarea cumulata a scenariului nr. 2 cu scenariul nr. 3, datorita avantajelor pe care acesta il reprezinta :

- eficienta ridicata;
- siguranta in exploatare;
- scaderea pierderilor de agent termic si, implicit, scaderea consumurilor de gaze naturale;
- gestionarea eficienta a consumurilor globale energetice;
- asigurarea unui serviciu calitativ ridicat pentru consumatorii finali.

Solutiile de reabilitare propuse urmăresc realizarea următoarelor aspecte:

- introducerea de echipamente noi, cu durata de viata mai mare si cu inalt grad de fiabilitate;
- asigurarea functionării economice a instalațiilor;
- reducerea pierderilor de căldură și agent termic in retelele termice și in punctele termice;
- monitorizarea stării principalilor parametri de funcționare ai sistemului in punctele importante ale sistemului si integrarea lor intr-un dispecerat tip SCADA, pentru realizarea controlului și a efectuării comenzilor de reglare din dispecerat;
- asigurarea livrării agentului termic la parametrii cantitativi și calitativi solicitați de consumatori;
- se asigura echilibrarea hidraulica a sistemului de distributie a energiei termice pentru incalzire, la nivel de bransament, respectiv utilizator (punct de masura).

18.1. Masuri pentru modernizarea, reabilitarea și automatizarea punctelor termice

In fiecare punct termic s-au prevazut 2 schimbatoare de caldura pentru încălzire, montate în paralel între ele.

Echipamente minimale cu care va fi dotat punctul termic:

- Schimbătoarele de căldură, în varianta demontabilă, sunt cu plăci din oțel inox AISI 316 (1.4401), grosimea minim 0,5 mm;
- Modul de umplere și menținere a presiunii în circuitul secundar de încălzire, echipat cu vas de expansiune deschis și pompe de umplere/adaos, precum și vas expansiune cu membrană pentru preluarea șocurilor de pornire/oprire ale pompei de adaos;
 - Regulator de presiune diferențială;
 - Robinet de echilibrare hidraulică/ limitare de debit;
 - Pompe pentru circulația agentului termic de încălzire, în linie, de înaltă eficiență energetică, cu convertizoare de frecvență, cu montajul convertizorului de frecvență în/lângă tabloul electric funcție de IP;
 - Filtre de impurități tip “Y”, la toate intrările în punctele termice, pe circuitul primar, circuitul secundar și pe racordul de apă rece;
 - Separatoare de namol, la toate intrările în punctele termice, pe circuitul primar, circuitul secundar și pe racordul de apă rece, montate în aval de filtrele de impurități tip “Y”;
 - Dedurizator (Filtru anticalcar) – la intrarea apei reci în punctele termice;
 - Vane de reglare cu servomotor, speciale, pentru aplicațiile de termoficare, echilibrate în presiune, cu rol de regulator de temperatură, montate pe circuitul primar, pe fiecare schimbător în parte, pentru încălzire, prevăzute și cu posibilitatea de acționare directă, local și din dispecerat;
 - Regulator electronic (controller liber programabil) bidirecțional, cu funcții de reglare și comanda automată, în timp real, pentru circuitul de încălzire :
 - Restrictionarea temperaturii agentului termic primar returnat la max.60°C.
 - comunicare bidirecțională, în timp real, a tuturor datelor de monitorizare ale punctelor termice spre dispeceratul central integrat într-un sistem SCADA.
 - execuție și suprascrisere, în timp real, a diagramelor de reglaj în funcție de comenzile de reglare transmise de dispecerat/sistem SCADA.
 - integrare a datelor transmise de contoarele de energie termică din PT (temperaturi, debite, energii, puteri, avarii, etc.)
 - Aparată de măsură – manometre și termometre – analogice și/sau digitale, montate în zonele caracteristice ale punctului termic;
 - By-pass umplere a punctului termic din conducta retur primar.
 - Posibilitatea de încorporare în curba de reglare a regulatorului electronic (controllerului) a diagramelor de reglaj după care funcționează cele două circuite – primar și secundar;
 - Presiunea de testare a punctelor termice va fi de minim 1,5 x presiunea nominală (PN). Aparatele de măsură – manometre și termometre – digitale au posibilitatea de transmitere a informației la dispecerat;

- Toate aparatele și instalațiile sunt prevăzute cu dispozitive de siguranță împotriva creșterii presiunii și temperaturii peste limitele admise, aplicându-se după caz, prevederile STAS 7132 și prescripțiile tehnice C 4 – 2010 și PT C7 – 2010;

- Punctele termice sunt în concordanță cu Normele Europene în vigoare în ceea ce privește echipamentele sub presiune (Directiva PED 97/23/EC);

- Robinetele de secționare sunt de tipul constructiv cu obturator sferic pentru circuitul primar și tipul constructiv cu obturator sferic sau cu sertar, pentru cele montate în circuitul secundar; (fără vane de tip future)

- Toate țevile de legătură între elementele modulului sunt protejate împotriva coroziunii în medii umede, prin aplicarea unei vopsiri performante cu emailuri alchidice sau epoxidice sau prin aplicarea electrolică a unor straturi de protecție (zincate);

- Toate țevile de legătură între elementele modulului sunt izolate termic și mecanic cu vată bazaltică și cochilie din tablă zincată sau din poliuretan tip cochilie;

- Se vor asigura pe toate tronsoanele, elemente de legătură care să permită demontarea ușoară în caz de avarie sau lucrări de întreținere (flanșe sau racorduri olandeze);

- Toate supapele de siguranță, respectiv robinetele de aerisire/golire sunt prevăzute cu țevi pentru scurgere care să asigure deversarea apei la nivelul podelei, pentru protecția elementelor sub tensiune și pentru respectarea normelor de protecția muncii. Toate intrările și ieșirile schimbatoarelor de caldura vor fi prevăzute cu robineti de separare care să permită izolarea schimbatoarelor de caldura de restul instalației, cu robineti pentru purjare de minim DN 25.

- Punctele termice sunt prevăzute cu mijloace de măsură, omologate și cu certificat de calitate și declarații de conformitate, și vor avea minimum clasă metrologică de exactitate 2.

- Contoarele vor îndeplini cerințele HG 264/2006 – privind stabilirea condițiilor de introducere pe piață și de punere în funcțiune a mijloacelor de măsurare.

- Gradul de protecție climatică (conform IEC61010-1):

- Pentru tractoarele de debit cu ultrasunete – gradul de protecție climatică va fi de minim IP65

- Pentru senzorii de temperatură – gradul de protecție climatică va fi de minim IP 65;

- Pentru calculator – gradul de protecție climatică va fi de minim IP 54.

- Subansamblurile contorului de energie termică trebuie să aibă posibilitatea de sigilare, astfel încât să fie eliminată posibilitatea demontării, înlocuirii sau defectării voite a contorului fără a deteriora sigiliul.

- Contoarele de energie termică au componente interschimbabile și sunt echipate atât cu interfața de transmitere a datelor prin cablu cât și cu sistem de transmitere a datelor la distanță și care permite citirea dintr-un dispecerat.

- Punctele termice vor fi prevazute cu regulator diferential de presiune direct pe circuitul primar astfel incat sa se asigure un delta P constant pe primarul SCP-urilor.
- Circuitul de incalzire si sistemul de expansiune/adaos
- Furnizarea agentului secundar la o temperatura prestabilita, reglata automat, se va face tinand cont de temperatura masurata de senzorul de pe tur secundar incalzire care va actiona asupra vanelor de reglaj de pe returul primar al fiecarui schimabtor de caldura de incalzire.
- Fiecare SCP va avea propria vana de reglare pentru a asigura autoritatea vanei la diferite regimuri de sarcina precum si din motive de mentenanta fara intreruperi la consumatorul final.
- Comanda vanelor de reglare se va face sincronizat, prin iesiri analogice distincte ale PLC-ului, cite una pentru fiecare vana, astfel incat sa se anuleze comanda unei vane de pe un SCP izolat.
- Temperatura agentului secundar de incalzire va fi presetata functie de temperatura exterioara printr-o lege de variatie impusa de „curba de incalzire” programata in PLC. Aceasta „curba de incalzire” va fi liniarizata pe portiuni si va avea patru puncte de inflexiune. Sunt practice doua astfel de curbe, una pentru zi si una pentru nopate.
- Toti parametrii curbei de incalzire (puncte de inflexiune, valori ale temperaturilor, ora de comutare a curbei) sunt implementate in PLC si vor putea fi programate din punctul termic sau de la distanta prin comunicatie.
- Se va implementa un mecanism software de translare a curbelor de incalzire clasice descrise mai sus in functie de temperatura agentului primar, a regimului de presiune de pe agentul primar, coroborate cu temperatura exterioara. Tot acest mecanism va fi cu mediere in timp, cu evitarea variatiilor bruste de temperatura, cu limitarea gradientului de temperatura presetata sau reglata.
- Se va implementa un mecanism de mediere a temperaturii exterioare masurate precum si a gradientului pentru temperatura agentului termic secundar astfel incat sa se evite variatii bruste ale temperaturilor agentului secundar.
- Pompele de circulatie, vor mentine diferenta de presiune delta P tur-retur secundar incalzire la o valoare constanta, programabila si care este functie de sarcina hidraulica a punctului termic si a retelei secundare.
- Aceste pompe sunt actionate de convertizoare de frecventa in configuratie pentru obtinerea economiei maxime de energie electrica.
- Valoarea presiunii relative din circuitul secundar de incalzire, care este functie de regimul de inaltime al cladirilor deservite si de rezistenta hidraulica a retelei secundare, va fi asigurata pe returul circuitului secundar de incalzire prin sistemul de expansiune/adaos.
- Expansiunea se realizeaza prin vane cu descarcare directa reglate corespunzator.

- Adaosul se va realiza cu ajutorul pompelor de adaos comandate de PLC care vor prelua apa din rezervorul de adaos si o vor pompa in secundarul circuitului de incalzire pina la atingerea pragului de presiune dorit si citit in PLC prin senzorul de presiune aferent.
- Montajul tabloului si a convertizoarelor de frecventa cu grad de protectie IP54 se va face pe peretele punctului termic cu respectarea tuturor normativelor in vigoare.
- Cablarea se va face cu cablu calculat corespunzator prin trasee care se vor stabili pentru fiecare punct termic in parte in functie de dimensiunea si amplasarea acestuia.
- Se va asigura etichetarea conform planurilor de executie, vizibila si lizibila.
- Echipamentele de comunicatie cu dispeceratul central SCADA se vor instala in tabloul de automatizare.
- In toate cele 24 de puncte termice exista schimbatoare de caldura moderne, cu placi. Prin urmare, nu mai este necesara achizitia altora noi.
- Din punctele termice modernizate si inchise (altele decat cele 24) se pot reloca in cele 7 puncte termice nemodernizate vase de expansiune, statii de dedurizare a apei, supape, diverse armaturi si pompele pentru circuitele secundare, pompe moderne, cu convertizori de frecventa. Toate acestea au ca rezultanta o scadere semnificativa a investitiei.
- Toate mijloacele de masura vor fi prevazute cu modalitate de transmitere la distanta a datelor inregistrate.
- Contor de energie termică, ultrasonic, pentru măsurarea agentului termic primar la iesirea din punctul termic, prevăzut cu debitmetru tur și debitmetru retur, PN16, T = 130°C,
- Contoare de energie termică, ultrasonic, pentru măsurarea agentului termic pentru încălzire, montate pe circuitul secundar, în aval de modulul termic cu debitmetru tur și debitmetru retur, PN16, T = 90°C, montate la limita de proprietate a fiecărei Asociatii de Proprietari;
- Debitmetru pentru măsurarea apei reci la intrarea în punctul termic, montat pe bransamentul de apă rece, pentru consumul intern al punctului termic ;
- Contor de energie termică, ultrasonic, pentru măsurarea apei de adaos, cu un traductor de debit montat pe conducta de umplere a circuitului secundar din retur primar. Un traductor de temperatura va fi montat pe conducta de umplere a circuitului secundar din retur primar, iar celalalt pe racordul de apa rece.

18.2. Monitorizarea parametrilor agentului termic

- Soluțiile asigură condițiile tehnice pentru realizarea monitorizării în dispeceratul central al tuturor datelor de funcționare ale punctelor termice în dispeceratul central SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

- Echipamentele și traductoarele montate permit monitorizarea instalației cât și efectuarea unei acțiuni asupra acesteia, prin intermediul controlerului bidirecțional.

- Echipamentele / sistemele pot să provină de la mai mulți furnizori, acestea pot conlucra cu alte aplicații realizate pe sisteme deschise (inclusiv la distanță), prezintă un stil consistent de interacțiune cu utilizatorul și totodată permit arhivarea, analiza și transmiterea automată, în timp real, a tuturor comenzilor.

- Se preiau și transmit în dispecerat următorii parametri:

- Presiuni, atât de pe circuitul primar cât și de pe circuitul secundar – încălzire;

- Temperaturi din diferite zone caracteristice ale punctului termic, atât în amonte cât și în aval de schimbătoarele de căldură;

- Debite preluate din toate contoarele și debitmetrele ce sunt instalate în punctul termic;

- Valori ale energiei termice, preluate din toate integratoarele buclelor de măsură a energiei termice;

- Valoarea energiei electrice consumată în punctul termic;

- Date despre starea pompelor existente în punctul termic – pompe de circulație, pompe de adaos/umplere, precum și comenzile pentru modificarea acestor stări;

- Poziția și comandarea vanelor motorizate. S-au prevăzut inclusiv traductoarele de semnale (presiune, temperatura), interfețele dintre echipamentele de măsură și control, respectiv elementele comandate (servovane vane, pompe) și regulatorul de comandă din punctul termic, precum și convertizoarele de frecvență și cablajele aferente, inclusiv lucrările de montaj ale acestora.

- Se prevede echipamentul de transmitere la distanță în una din cele două variante:

- prin rețeaua unui operator de telefonie/cablu;

- prin cablu de fibră optică.

18.3. Redimensionarea și înlocuirea rețelelor secundare de transport energie termică

La momentul actual, după transformarea celor 24 de puncte termice în centrale de cartier, principala problemă generatoare de pierderi masive, avarii o reprezintă rețelele termice secundare, de la punctul termic până la consumatorii finali.

Punctele termice concesionate de SC Calorgal SA, sunt de tipul puncte termice centralizate, ce au asigurat simultan alimentarea cu agent termic pentru încălzire și apă caldă pentru consumatorii racordați.

Sistemul de rețele termice secundare (RTS) asigură distribuția căldurii de la punctele termice la consumatori. El cuprinde sistemul bitubular închis pentru alimentarea cu căldură a consumatorilor de încălzire și un sistem cu o singură conductă și pompă de recirculare pentru alimentarea consumatorilor cu apă caldă de consum.

Aproximativ 50 % din totalul punctelor termice exploatate de către SC Calorgal SA, au fost modernizate cu dispozitive de monitorizare automată în timp real, a variațiilor de temperatură exterioară, cu schimbătoare de căldură cu plăci și cu convertizoare de frecvență, pentru o reglare a turației variabile a pompelor. Majoritatea punctelor termice sunt dotate cu schimbătoare de căldură cu plăci, cu excepția unuia, ce este echipat cu schimbator de căldură tubular.

Lungimea totală a rețelei termice secundare, care deservea un numar de 117 puncte termice este de cca 506 km, după cum urmează:

- conducte de încălzire : 294,22 km
- conducte de distribuție apă caldă de consum : 141,61 km
- conducte de recirculare : 70,74 km

Amplasarea rețelelor termice secundare este de tip subteran, în canale termice comune pentru conductele de încălzire (tur / retur) și pentru cele de apă caldă de consum (ducere / recirculare), atat vizitabile cât și nevizitabile (în multe situații, prin canalele termice nevizitabile, trec conducte de apă potabilă, rețele de canalizare).

Diametrele nominale pentru conductele de încălzire variază între 32 și 300 mm.

În urma implementării programului de transformare a punctelor termice în centrale de cartier, rețelele secundare au rămas aceleași, acestea fiind supradimensionate, cu o vechime considerabilă și un grad ridicat de uzură, fapt ce se materializează în pierderi și o eficiență scăzută, care, ar putea determina actualii abonați să renunțe la acest sistem. Diametrele actuale ale celor 15394 metri de conducte vechi sunt cuprinse între 67 și 324 mm diametru. Acestea sunt amplasate aerian, subteran în canale tehnice vizitabile sau nevizitabile.

Rețelele situate aerian sunt neizolate termic, datorită furturilor repetate ale izolațiilor termice și, prin urmare conduc la pierderi semnificative prin transfer termic în atmosferă.

Parțial, rețelele amplasate în canale tehnice vizitabile, acestea sunt în canalele comune de apă rece și/sau canalizare ale operatorului SC Apa Canal. Datorită vechimii acestora, avariilor, rețelele termice secundare sunt uneori inaccesibile datorită nivelului ridicat de dejectii și/sau ape insalubre de la sistemele de canalizare.

Principalele probleme care afectează funcționarea rețelelor de distribuție nereabilitate sunt următoarele:

- conductele sunt afectate de coroziune, fisurile conduc la pierderi importante de agent termic;
- porțiunile neizolate de conductă și izolația necorespunzătoare (umedă, tasată) cauzează pierderi mari de căldură și corodarea exterioară a conductelor;
- canalele termice sunt parțial inundate, apa provenită din avarii sau infiltrații nu se evacuează la canalizare;

Reabilitarea constă în înlocuirea conductelor existente uzate și supradimensionate cu conducte în sistem legat preizolat. Utilizarea sistemului preizolat, comparativ cu sistemul clasic are următoarele avantaje:

- pierderi minime în transportul căldurii (coeficient de conductivitate termică al spumei poliuretanică la 50°C este de 0,027 W/mK, comparativ cu cel al vatei minerale care este de 0,044 W/mK);
- durata de viață de minim 30 de ani ;
- siguranță sporită în exploatare (sistemul de detectare al eventualelor neetanșeități,
- reducere substanțială/eliminarea pierderilor de agent termic în rețele, datorită
- depistării rapide a neetanșeităților;
- durată mai redusă de execuție a lucrărilor de șantier;
- costuri reduse de întreținere și exploatare a rețelelor.

Conductele vor fi montate pe traseele existente ale actualei rețele de agent termic secundar, folosind culoarele libere create prin dezafectarea conductelor existente, reducând la minimum necesitatea devierii altor utilități existente în zonă sau acolo unde dimensiunea canalului termic nu permite respectarea distanței între conducte, acestea se vor monta îngropate direct în pământ pe start de nisip.

Achiziția și montajul elementelor sistemului preizolat prevăzute cu fire de semnalizare avarii, necesare rețelelor termice primare.

Sistemul preizolat este compus din sistemul de conducte, izolate cu spumă rigidă de poliuretan, având parametrii corespunzători standardului SR EN 253:2013, cu densitate de minim 80 kg/mc, conductivitate termică la 50°C de maxim 0,027 W/mK și rezistența la compresie în direcție radială de min. 0,3 N/mm². Mantaua de protecție la conductele preizolate este realizată din țevă din polietilenă de înaltă densitate (PEHD), conform standardului SR EN 253:2013, în cazul montajului subteran sau din tablă SPIRO în cazul montajului suprateran.

De asemenea, sistemul preizolat conține și alte elemente de conductă precum: compensatori axiali de dilatare tip "one-time", care preiau dilatarea sistemului, puncte fixe preizolate, realizate din tronsoane de țevă pe care sunt sudate plăci metalice, înglobate în blocuri de beton, coturi preizolate, ramificații

preizolate, reducții preizolate, perne de dilatare, manșoane, armaturi de tipul cu obturator sferic, preizolate sau armaturi care nu sunt preizolate și care se izolează clasic (tipul se stabilește funcție de dimensiunile locului de montaj) etc.;

Lucrările ce urmează să fie efectuate în sistemul de transport al căldurii cuprind:

- lucrări termomecanice de înlocuire a conductelor amplasate subteran în canale termice sau suprateran pe stâlpi de susținere cu conducte în sistem legat preizolat;
- înlocuirea vanelor de secționare și de racord de pe traseul rețelelor secundare;
- realizarea unui sistem de monitorizare a stării izolației conductelor;
- lucrări de construcții (cămine, puncte fixe etc.), acolo unde este cazul.

Parametrii agentului termic sub formă de apă caldă care circulă prin aceste rețele sunt:

- temperatura de lucru, de funcționare pe perioadă îndelungată este de 75⁰C / 55⁰C;
- temperatura maximă de lucru este de 90⁰C;
- presiunea proiectată de lucru, de funcționare sau de regim este de 14 bar (14 x10⁵ Pa);
- presiunea maximă admisibilă de lucru, de funcționare pe perioade scurte de timp, de calcul este de 20 bar (16 x10⁵ Pa);

Pentru parametrii precizați mai sus la realizarea sistemului preizolat se vor folosi următoarele tipuri țevă din oțel fără sudură, având: Dn63 până la Dn200 mm, material P235GH conform SR EN 10216 – 2 + A2:2008 – „Țevi din oțel fără sudură utilizate la presiune. Condiții tehnice de livrare. Partea 2: Țevi din oțel nealiat și aliat, cu caracteristici precizate la temperatură ridicată”, dimensiuni conform SR EN 10220:2003 – „Țevi din oțel cu capete netede, sudate și fără sudură. Tabele generale de dimensiuni și mase liniare”, cu certificat de inspecție tip 3.1, în conformitate cu SR EN 10204:2005 – „Produse metalice. Tipuri de documente de inspecție”.

Conductele folosite au dimensiunile conform cu valorile din tabelul 76:

Tabelul 76

Nr crt	CT	DN conducte tur-retur incalzire (teava preizolata) Proiectat [mm]	Lungime retea (1 fir = tur incalzire) [m]	Lungime retea (conducte tur+retur incalzire) [m]	Observatii (tip canal tehnic)
(0)	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
1	PT 50 Viaduct (Lic. 9)	Φ194	40	80	Canal vizitabil
		Φ168	342	684	Aerian
		Φ146	37	74	Canal vizitabil
		Φ133	36	72	Canal vizitabil
		Φ114	30	60	Canal vizitabil
		Φ108	16	32	Canal vizitabil

		Φ89	170	340	Canal vizitabil
		Φ83	29	58	Canal vizitabil
		Φ76	84	168	Canal vizitabil
		Φ63	17	34	Canal vizitabil
2	PT CSG Micro 40	Φ194	10	20	Aerian
		Φ168	190	380	Aerian
		Φ168	255	510	Canal nevizitabil
		Φ133	60	120	Canal nevizitabil
		Φ89	193	386	Canal nevizitabil
		Φ89	170	340	Aerian
		Φ76	145	290	Canal nevizitabil
3	SC1	Φ114	48	96	Canal nevizitabil
		Φ108	12	24	Canal nevizitabil
		Φ89	35	70	Canal nevizitabil
		Φ76	165	330	Canal nevizitabil
		Φ63	97	194	Canal nevizitabil
4	PT Cristal	Φ133	230	460	Canal vizitabil
		Φ120	30	60	Canal vizitabil
		Φ108	33	66	Canal vizitabil
		Φ89	20	40	Canal vizitabil
		Φ76	44	88	Canal vizitabil
		Φ63	8	16	Canal vizitabil
5	PT Policlinica	Φ120	12	24	Canal nevizitabil
		Φ108	20	40	Canal nevizitabil
		Φ89	316	632	Canal nevizitabil
		Φ63	80	160	Canal nevizitabil
6	PT CFR1	Φ108	155	310	Canal nevizitabil
7	SC 16	Φ120	280	560	Canal vizitabil
		Φ108	40	80	Canal vizitabil
		Φ89	18	16	Canal vizitabil
		Φ63	28	56	Canal vizitabil
8	SC 43	Φ168	74	148	Canal vizitabil
		Φ133	47	94	Canal vizitabil
		Φ108	123	264	Canal nevizitabil
		Φ89	157	314	Canal vizitabil
		Φ76	23	46	Canal nevizitabil
9	PT P2 Port	Φ133	193	386	Canal nevizitabil
		Φ108	86	172	Canal nevizitabil
		Φ89	159	318	Canal nevizitabil
		Φ76	44	88	Canal nevizitabil
		Φ63	60	120	Canal nevizitabil
10	SC 14 Mazepa	Φ120	90	180	Canal nevizitabil
		Φ108	267	534	Canal nevizitabil
		Φ95	42	84	Canal nevizitabil
11	PT 0 Tiglina 1	Φ168	10	20	In centrala termica
		Φ120	15	30	Canal vizitabil
		Φ108	115	230	Canal vizitabil
12	PT 2 Tiglina 1	Φ108	15	30	In centrala termica
		Φ76	22	44	In interiorul PT

13	PT Tiglina 1	9	Φ108	24	48	In centrala termica
			Φ76	18	36	In subsol bloc I4
14	PT Tiglina 1	3	Φ108	12	24	In centrala termica
			Φ76	6	12	In centrala termica
15	SC Tiglina 3	17	Φ95	140	280	Canal vizitabil
			Φ63	22	44	Canal vizitabil
16	SC Micro 40	7	Φ89	170	340	Canal vizitabil
			Φ76	29	58	Canal vizitabil
17	SC Micro 19	32	Φ194	10	20	In punctul termic
			Φ168	114	228	Canal vizitabil
			Φ133	18	36	Canal vizitabil
			Φ114	70	140	Canal vizitabil
			Φ108	94	188	Canal vizitabil
			Φ95	42	84	Canal vizitabil
			Φ76	316	632	Canal vizitabil
			Φ63	29	58	Canal vizitabil
18	SC Micro 19	33	Φ160	20	40	Canal vizitabil
			Φ133	20	40	Canal vizitabil
			Φ114	62	124	Canal vizitabil
			Φ108	154	308	Canal vizitabil
			Φ89	129	258	Canal vizitabil
			Φ76	48	96	Canal vizitabil
19	SC Micro 19	50	Φ133	10	20	Canal vizitabil
			Φ114	174	348	Canal vizitabil
			Φ95	19	38	Canal vizitabil
			Φ83	80	160	Canal vizitabil
			Φ76	8	16	Canal vizitabil
20	SC Micro 40	3	Φ114	251	502	Canal nevizitabil
			Φ86	25	50	Canal nevizitabil
21	SC Micro 39	6	Φ76	143	286	Canal vizitabil
			Φ63	10	20	Canal vizitabil
22	Camin C		Φ76	6	12	Canal vizitabil
			Φ63	6	12	Canal vizitabil
23	PT Tiglina 1	4	Φ76	20	40	In centrala termica si subsol bloc I3
			Φ63	8	16	
24	PT Plomba		Φ108	100	200	Canal nevizitabil
			Φ76	162	324	Canal nevizitabil
			Φ63	85	170	Canal nevizitabil
			TOTAL	7697	15394	

Din totalul lungimii retelelor secundare, de 7697 m avem :

- lungime trasee aeriene = 712 m;
- lungime trasee in canale nevizitabile = 3180 m;
- lungime trasee canale vizitabile = 3805 m.

Soluția tehnică de instalare a conductelor în sistem preizolat presupune utilizarea conductelor preizolate, cu izolație din spumă rigidă de poliuretan și manta de protecție din polietilenă de înaltă densitate, montate direct în pământ, pe pat de nisip. Există și posibilitatea de montaj în suprateran a conductelor preizolate, utilizându-se mantaua de protecție din tablă SPIRO.

Conductele preizolate vor fi prevăzute cu barieră de difuzie a oxigenului în vederea împiedicării îmbătrânirii spumei poliuretanică.

Adâncimile minime de pozare, adâncimile maxime de pozare, distanța față de alte rețele și grosimea stratului de nisip în jurul conductelor preizolate montate subteran, în strat de nisip, vor fi conform normativ NP029-02: Normativ de proiectare, execuție și exploatare pentru rețelele termice cu conducte preizolate, punct 3.32...3.49. și Instrucțiunile de Execuție a furnizorului de conducte preizolate.

Montarea elementelor sistemului preizolat legat se va face prin sudură. La trecerea conductelor preizolate prin pereții căminelor de racord de golire sau de aerisire se va asigura etanșarea acestora cu inele de etanșare din cauciuc profilat special.

Izolațiile locale (între tronsoane de țevă și între țevă și coturi, între țevă și celelalte elemente ale sistemului preizolat legat) vor fi realizate cu manșoane termocontractibile și spumă rigidă din poliuretan care va utiliza ciclopentan ca agent de expandare.

Caracteristicile fizico-mecanice și termice ale sistemului de conducte și elemente preizolate vor trebui să corespundă standardelor și prescripțiilor aferente domeniului de utilizare:

- SR EN 253:2013 - Conducte pentru încălzire districtuală. Sisteme de conducte preizolate pentru rețele subterane de apă caldă. Ansamblu de conducte de oțel, izolație termică de poliuretan și manta exterioară de polietilenă.
- SR EN 448:2009 - Conducte pentru încălzire districtuală. Sisteme legate de conducte preizolate pentru rețele îngropate de apă caldă. Fitinguri preizolate, țevi de serviciu de oțel, izolație termică de poliuretan și tub de protecție de polietilenă.
- SR EN 488:2011 - Conducte pentru încălzire districtuală. Sisteme legate de conducte preizolate pentru rețele îngropate de apă caldă. Robinete preizolate de oțel, izolație termică de poliuretan și tub de protecție de polietilenă
- SR EN 489:2009 - Conducte pentru încălzire districtuală. Sisteme legate de conducte preizolate pentru rețele îngropate de apă caldă. Îmbinare preizolată. Tub de serviciu de oțel, izolație termică de poliuretan și tub de protecție de polietilenă.

Funcție de spațiile existente în cămine, vanele noi care se vor monta vor fi în sistem preizolat sau în sistem clasic, izolate cu vată minerală protejate în carcase speciale de tablă zincată.

Pe toată lungimea conductelor de termoficare ce vor fi reabilitate se va monta un

cablu optic protejat prin intermediul unei conducte de protecție din PVC sau PE, pentru transmiterea de date de la punctele termice la dispecerat. Acesta va fi poziționat în vecinătatea conductelor termice sub folia de avertizare, pentru a evita deteriorarea întâmplătoare a acestuia, în caz de intervenții.

Conductele preizolate vor fi prevăzute cu fire de semnalizare înglobate în izolația conductei conform SR EN 14419:2009.

Funcțiunile principale ale sistemului de supraveghere sunt următoarele:

- supravegherea continuă a nivelului umidității izolației;
- detectarea timpurie a defectelor;
- localizarea automată a defectelor și semnalizarea acestora începând de la un
- conținut de umiditate masiv mai mic de 0,1%;
- înregistrarea datelor cu privire la avarie;
- disponibilizarea datelor menționate spre a fi tipărite sub forma unui protocol recunoscut ca document oficial.

Sistemul de semnalizare va fi în conformitate cu SR EN 14419:2009.

Firele de detecție incluse în izolația conductelor trebuie să corespundă condițiilor mecanice, termice și chimice în timpul producției, montării și operării conductelor preizolate. Firele de detecție sunt situate paralel cu axa conductei pe toată lungimea acesteia și au o distanță constantă între ele, nu deteriorează impermeabilitatea izolației în direcția axială a conductelor preizolate.

Principiul de funcționare în conformitate cu SR EN 14419:2009 se va baza fie pe măsurarea rezistenței electrice, fie pe măsurarea impulsului reflectat (determină impedanța electrică).

Lucrările de reabilitare a rețelelor termice secundare, pe partea de construcții constau în:

- Menținerea canalelor existente și reamenajarea lor (scoaterea plăcilor de acoperire, curățire), în vederea amplasării noilor conducte preizolate pe un pat de cel puțin 10 cm nisip, acoperirea lor cu nisip (cel puțin 10 cm peste generatoarea superioară a mantalei de protecție a conductei preizolate), după care se va executa acoperirea cu pământ bine compactat (cel puțin 60 cm), până la nivelul solului, aducându-se terenul la starea inițială, respectiv demolarea unui perete lateral al canalului sau chiar radierul, după caz, pentru respectarea dimensiunilor minim admise pentru montajul țevii preizolate.
- Realizarea punctelor fixe ce se vor stabili și dimensiona la nivelul proiectului tehnic.
- Se vor curăța și repara căminele existente de secționare/racordare și racordarea golirii la canalizare a radielor căminelor, în vederea asigurării punctelor de golire și aerisire, precum și pentru amplasarea vanelor de secționare/racordare.

- Deșeurile rezultate în urma execuției lucrărilor vor fi sortate, transportate și depozitate la gropi de gunoi autorizate. Toate materiale metalice ce rezultă din înlocuirea conductelor vor fi predate beneficiarului.
- După terminarea lucrărilor se va reface structura drumurilor, aleilor, spațiilor verzi, conform situației inițiale.

Lungimea de traseu a rețelelor de transport propuse pentru reabilitare este de 7697 m. În tabelul 76 sunt prezentate tronsoanele de conducte ce vor fi reabilitate prin prezentul proiect, cu precizarea diametrelor și a lungimilor fiecărui tronson.

18.4. Deviz general lucrari de modernizare puncte termice

Tabelul 77

Nr. crt.	Denumirea capitolelor si subcapitolelor de cheltuieli	Valoarea (fara TVA)	TVA (19%)	Valoarea (inclusiv TVA)
		Lei	Lei	Lei
1	2	3	4	5
CAPITOLUL 1. Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea teritoriului				
1.1.	Obtinerea terenului	-	-	-
1.2.	Amenajarea terenului	-	-	-
1.3.	Amenajari pentru protectia mediului si aducerea terenului la starea initiala	-	-	-
1.4.	Cheltuieli pentru relocarea/protectia utilitatilor	-	-	-
TOTAL CAPITOLUL 1		-	-	-
CAPITOLUL 2 Cheltuieli pentru asigurarea utilitatilor necesare obiectivului				
TOTAL CAPITOLUL 2		45900	8721	54621
CAPITOLUL 3 Cheltuieli pentru proiectare si asistenta tehnica				
3.1.	Studii de teren, geo, topo si hidro	-	-	-
	3.1.1. Studii de teren	-	-	-
	3.1.2. Raport privind impactul asupra mediului	-	-	-
	3.1.3. Alte studii specifice	-	-	-
3.2.	Documentatii suport si cheltuieli pentru obtinerea avize, acorduri si autorizatii	32500	6175	38675
3.3.	Expertiza tehnica	-	-	-

3.4.	Certificarea performantei energetice si auditul energetic al cladirilor		-	-	-
3.5.	Proiectare		-	-	-
	3.5.1.	Tema de proiectare	-	-	-
	3.5.2.	Studii de fezabilitate	-	-	-
	3.5.3.	Studii de fezabilitate/documentatie de avizare a lucrarilor de interventii si deviz general	-	-	-
	3.5.4.	Documentatiile tehnice necesare in vederea obtinerii avizelor/acordurilor/autorizatiilor	-	-	-
	3.5.5.	Verificarea tehnica de calitate a proiectului tehnic si a detaliilor de executie	-	-	-
	3.5.6.	Proiect tehnic si detalii de executie	108000	20520	128520
3.6.	Organizarea procedurilor de achizitie		-	-	-
3.7.	Consultanta		-	-	-
	3.7.1.	Managementul de proiect pentru obiectivul de investitie	-	-	-
	3.7.2.	Auditul financiar	-	-	-
3.8.	Asistenta tehnica		-	-	-
	3.8.1.	Asistenta tehnica din partea proiectantului	48000	9120	57120
		3.8.1.1. pe perioada de executie a lucrarilor	-	-	-
		3.8.1.2. pentru participarea proiectantului la fazele incluse in programul de control al lucrarilor de executie, avizat de catre Inspectoratul de Stat in Constructii	-	-	-
	3.8.2.	Dirigentie de santier	6000	1140	7140
TOTAL CAPITOLUL 3			194500	36955	231455
CAPITOLUL 4 Cheltuieli pentru investitia de baza					
4.1.	Constructii si instalatii			-	-
4.2.	Montaj utilaje, echipamente tehnologice si functionale		994000	188860	1182860
4.3.	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care necesita montaj		1795000	341050	2136050
4.4.	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care nu necesita montaj si echipamente de transport		-	-	-
4.5.	Dotari		-	-	-

4.6.	Active necorporale	-	-	-
TOTAL CAPITOLUL 4		2789000	251010	3040010
CAPITOLUL 5 Alte cheltuieli				
5.1.	Organizare de santier	-	-	-
	5.1.1. Lucrari de constructii si instalatii aferente organizarii de santier	-	-	-
	5.1.2. Cheltuieli conexe organizarii santierului	-	-	-
5.2.	Comisioane, cote, taxe, costul creditului	-	-	-
	5.2.1. Comisiunile si dobanzile aferente creditului bancii finantatoare	-	-	-
	5.2.2. Cota aferenta ISC pentru controlul calitatii lucrarilor de constructii	-	-	-
	5.2.3. Cota aferenta ISC pentru controlul statului in amenajarea teritoriului, urbanism si pentru autorizarea lucrarilor de constructii	-	-	-
	5.2.4. Cota aferenta Casei sociale a Constructorilor – CSC	-	-	-
	5.2.5. Taxe pentru acorduri, avize conforme si autorizatia de construire/desfiintare	24900	4731	29631
5.3.	Cheltuieli diverse si neprevazute	28700	5453	34153
5.4.	Cheltuieli pentru informare si publicitate	-	-	-
TOTAL CAPITOLUL 5		48600	9234	57834
CAPITOLUL 6 Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste				
6.1.	Pregatirea personalului de exploatare	-	-	-
6.2.	Probe tehnologice si teste	-	-	-
TOTAL CAPITOLUL 6		-	-	-
TOTAL GENERAL:		3078000	584820	3662820
Din care C+M (1.2. + 1.3. + 1.4. + 2 + 4.1. + 4.2. + 5.1.1.)		1039900	197581	1236581

18.5. Deviz general lucrari de reabilitare retele termice secundare

Tabelul 78

Nr. crt.	Denumirea capitolelor si subcapitolelor de cheltuieli	Valoarea (fara TVA)	TVA (19%)	Valoarea (inclusiv TVA)
		Lei	Lei	Lei
1	2	3	4	5
CAPITOLUL 1. Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea teritoriului				
1.1.	Obtinerea terenului	-	-	-
1.2.	Amenajarea terenului	-	-	-
1.3.	Amenajari pentru protectia mediului si aducerea terenului la starea initiala	127000	24130	151130
1.4.	Cheltuieli pentru relocarea/protectia utilitatilor	34500	6555	41055
TOTAL CAPITOLUL 1		161500	30685	192185
CAPITOLUL 2 Cheltuieli pentru asigurarea utilitatilor necesare obiectivului				
TOTAL CAPITOLUL 2		138000	26220	164220
CAPITOLUL 3 Cheltuieli pentru proiectare si asistenta tehnica				
3.1.	Studii de teren, geo, topo si hidro	-	-	-
	3.1.1. Studii de teren	-	-	-
	3.1.2. Raport privind impactul asupra mediului	-	-	-
	3.1.3. Alte studii specifice	-	-	-
3.2.	Documentatii suport si cheltuieli pentru obtinerea avize, acorduri si autorizatii	30500	5795	36295
3.3.	Expertiza tehnica	-	-	-
3.4.	Certificarea performantei energetice si auditul energetic al cladirilor	-	-	-
3.5.	Proiectare	-	-	-
	3.5.1. Tema de proiectare	-	-	-
	3.5.2. Studii de fezabilitate	-	-	-
	3.5.3. Studii de fezabilitate/documentatie de avizare a lucrarilor de interventii si deviz general	-	-	-
	3.5.4. Documentatiile tehnice necesare in vederea obtinerii avizelor/acordurilor/autorizatiilor	38000	7220	45220

	3.5.5.	Verificarea tehnica de calitate a proiectului tehnic si a detaliilor de executie	-	-	-
	3.5.6.	Proiect tehnic si detalii de executie	94500	17955	112455
3.6.	Organizarea procedurilor de achizitie		-	-	-
3.7.	Consultanta		-	-	-
	3.7.1.	Managementul de proiect pentru obiectivul de investitii	-	-	-
	3.7.2.	Auditul financiar	-	-	-
3.8.	Asistenta tehnica		-	-	-
	3.8.1.	Asistenta tehnica din partea proiectantului	41000	7790	48790
		3.8.1.1. pe perioada de executie a lucrarilor	-	-	-
		3.8.1.2. pentru participarea proiectantului la fazele incluse in programul de control al lucrarilor de executie, avizat de catre Inspectoratul de Stat in Constructii	-	-	-
	3.8.2.	Dirigentie de santier	8500	1615	10115
TOTAL CAPITOLUL 3			212500	40375	252875
CAPITOLUL 4 Cheltuieli pentru investitia de baza					
4.1.	Constructii si instalatii			-	-
4.2.	Montaj utilaje, echipamente tehnologice si functionale		2255400	428526	2683926
4.3.	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care necesita montaj		4207200	799368	5006568
4.4.	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care nu necesita montaj si echipamente de transport		-	-	-
4.5.	Dotari		-	-	-
4.6.	Active necorporale		-	-	-
TOTAL CAPITOLUL 4			6462600	1227894	7690494
CAPITOLUL 5 Alte cheltuieli					
5.1.	Organizare de santier		52500	9975	62475
	5.1.1.	Lucrari de constructii si instalatii aferente organizarii de santier	-	-	-
	5.1.2.	Cheltuieli conexe organizarii santierului	-	-	-
5.2.	Comisioane, cote, taxe, costul creditului		-	-	-

5.2.1.	Comisioanele si dobanzile aferente creditului bancii finanatatoare	-	-	-
5.2.2.	Cota aferenta ISC pentru controlul calitatii lucrarilor de constructii	-	-	-
5.2.3.	Cota aferenta ISC pentru controlul statului in amenajarea teritoriului, urbanism si pentru autorizarea lucrarilor de constructii	-	-	-
5.2.4.	Cota aferenta Casei sociale a Constructorilor – CSC	-	-	-
5.2.5.	Taxe pentru acorduri, avize conforme si autorizatia de construire/desfiintare	34900	6631	41531
5.3.	Cheltuieli diverse si neprevazute	120000	22800	142800
5.4.	Cheltuieli pentru informare si publicitate	-		
TOTAL CAPITOLUL 5		207400	39406	246806
CAPITOLUL 6 Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste				
6.1.	Pregatirea personalului de exploatare	-	-	-
6.2.	Probe tehnologice si teste	-	-	-
TOTAL CAPITOLUL 6		-	-	-
TOTAL GENERAL:		7182000	1364580	8546580
Din care C+M (1.2. + 1.3. + 1.4. + 2 + 4.1. + 4.2. + 5.1.1.)		2554900	485431	3040331

18.6. Rezultatele calculelor de eficiență economică

Conturul pentru care s-a efectuat analiza eficienței economice este reprezentat de limita fizica a surselor respectiv ieșirea din cazane. În acest caz, energia termică livrată este egală cu energia termică produsă sau altfel spus energia termică produsă pentru a fi livrată. Prețul energiei termice ce constituie punct de plecare în calcule este prețul de referință ANRE prevăzut în ord 78/2016 cu o estimare de creștere până la sfârșitul perioadei normate de funcționare de 26% procent ce include și un tarif de transport pentru compensarea pierderilor tehnologice.

Investitia (VNA=0) respectiv TRA este de 9,49 ani mai mica decat durata nominala de functionare de 10 ani

Rezultatele calculelor de eficiență economică sunt prezentate în tabelul 79.

Tabelul 79

Nr. crt.	Denumirea	Investiția [euro fara TVA]	VNA [euro]	IP	TRA (valoare actualiza)
1.	Rezultatele calculelor de eficiență economică pentru ansamblul modernizarii punctelor termice si reabilirarii retelelor termice secundare	2164556	2272784	1,05	9,48<10

Economia totală estimată prin implementarea măsurilor propuse , este de aproximativ 633.21 tep/an.

S-a utilizat un preț mediu de 181 lei/MWh, respectiv 2104.65 lei/tep = 452.61 euro/tep.

Cursul utilizat a fost de 1 euro = 4.65 lei.

Nr. crt.	Denumirea măsurii	Economii estimate		Costuri de investiție	Durată de recuperare
		[tep/an]	[Euro/an]	[Euro]	[ani]
0	1	2	3	4	5
1	Reabilitarea centralelor termice conform masurilor din cap.18.1 si 18.2	152.21	68893.31	620039.87	9
2.	Reabilitarea retelelor secundare conform masurilor din cap.18.3	481	217705.41	1544516.13	7
3.	Reglarea arderii la cazane	10	36208.8	10000	imediat
TOTAL		643.21	291123.27	2174556	8

19. ANALIZA DE COST A CICLULUI DE VIAȚĂ

Costul unui ciclu de viață (LCC) al oricărui subansamblu, sistem sau echipament reprezintă costul total pe întreaga durată de folosință ce include achiziția, instalarea, operarea, întreținerea si dezafectarea reperului respectiv.

Descrierea metodologiei de analiză.

Metodologia de analiză a costurilor pe ciclu de viață cuprinde următoarele componente principale:

- Tehnici și instrumente reprezentând procesele detaliate analitic și evaluate, precum și ghiduri de utilizare a lor pe întregul ciclu de viață;

- Formulare predeterminate conținând modalități de colectare și prelucrare repetitivă a datelor precum și modalități de utilizare a acestora.

Prin definiție, metodologia reprezintă un sistem de principii, practici și proceduri aplicabile costurilor pe ciclul de viață și care poate include:

- ce informații și date trebuie obținute;
- cum vor fi analizate datele și informațiile;
- cum se vor interpreta și prelucra rezultatele.

Metodologia urmărește printre altele și aplanarea conflictelor ce apar uzual în analiza criteriilor de performanță a duratei de viață a unui sistem:

- Proiectantul încearcă să micșoreze costurile totale de execuție
- Menținerea încearcă să reducă costurile cu reparațiile
- Utilizatorii încearcă să crească timpul de funcționare în condițiile unei utilizări normale
- Contabilii încearcă să crească valoarea actuală prelungind perioada de amortizare
- Acționarii doresc să crească valoarea de piață a investiției

Astfel analiza LCC poate fi instrumentul cu ajutorul căruia o decizie de management se poate lua în totală cunoștință de cauză ținând seama de realitatea concretă, costuri și timp.

O analiză completă va cuprinde în detaliu tratate următoarele capitole:

- Identificarea scopului principal al analizei LCC
 - a. exprimarea scopului analizei;
 - b. înțelegerea aplicării corespunzătoare LCC și a rezultatelor care decurg din analiza.
- Identificarea scopului analizei:
 - a. stadiile în care va fi aplicată analiza LCC;
 - b. rezultate și informații relevante în urma studiului;
 - c. cerințele specifice.
- Identificarea posibilităților de extindere a analizei de sustenabilitate legată de LCC:
 - a. Stabilirea legăturilor dintre sustenabilitate și LCC;
 - b. rezultatele analizei de sustenabilitate introduse în procesul LCC;
 - c. identificarea rezultatelor LCC care vor alimenta sustenabilitatea.
- Metodele economice de evaluare
 - a. identificarea perioadei de analiză și a factorilor determinanți;
 - b. identificarea tehnicilor pentru evaluarea opțiunilor.
- Identificarea nevoilor de analiză suplimentară (risc, incertitudine și sensibilitate)

- a. completarea evaluărilor preliminare de risc și incertitudine;
- b. necesitatea evaluării unui plan de management al riscului;
- c. proceduri de evaluare a riscului.
- Identificarea proiectului și evaluarea cerințelor
 - a. definirea scopului proiectului și caracteristicile cheie ale bunurilor;
 - b. definirea exigențelor proiectului;
 - c. definirea performanțelor relevante și a cerințelor de calitate;
 - d. bugetul proiectului și graficul de execuție.
- Identificarea opțiunilor care vor fi incluse în LCC și costurile care vor fi considerate
 - a. identificarea elementelor care vor face obiectul analizei LCC;
 - b. alegerea opțiunilor pentru elementele analizate;
 - c. identificarea incluse.
- Elemente de cost și timp ce vor fi folosite în analiză
 - a. costuri relevante;
 - b. valoarea cost;
 - c. costurile aplicate;
 - d. date de întreținere și utilizare pentru toată durata de viață.
- Valorile parametrilor financiari și perioada analizată
 - a. stabilirea perioadei de analiză;
 - b. valorile parametrilor financiari corespunzători;
 - c. taxe ce se iau în considerație;
 - d. parametrii financiari de scădere a costurilor.
- Revizuirea strategiei de risc și realizarea analizelor preliminare de risc și incertitudine
 - a. planificarea verificării riscurilor identificate;
 - b. analiza calitativă a riscurilor;
 - c. scopul și extinderea cantitativă a evaluării riscului.
- Evaluarea economică
 - a. analiza LCC;
 - b. rezultatele înregistrate.
- Continuarea analizei detaliate de risc și incertitudine (dacă este necesar)
 - a. evaluarea cantitativă a riscului;
 - b. rezultatele înregistrate.
- Analiza de senzitivitate (dacă este necesar)

- a. analiza de senzitivitate angajată;
- b. interpretarea rezultatelor.
- Interpretarea și prezentarea rezultatelor
 - a. rezultatele inițiale prevăzute și interpretate;
 - b. rezultatele prezentate folosind formatele corespunzătoare;
 - c. necesitatea de iterații suplimentare LCC identificate.
- Prezentarea rezultatelor finale și a concluziilor ce reies în urma analizei
 - a. Prezentarea rezultatelor pentru fiecare din soluțiile analizate
 - b. Analiza comparativă de soluții și concluzii aferente
 - c. Sugestii și recomandări

Elemente de cost și timp ce vor fi folosite în analiză:

Stabilirea constantelor:

În cadrul analizei rămân neschimbate anumite elemente pe care le consideram constante, fiind tratate ca atare și constituind elementul de plecare în cadrul analizei. Dintre elementele considerate constante fac parte acele elemente de cost a căror valoare este cunoscută sau a căror evoluție de cost în timp este neschimbată și cunoscută.

Pentru durata de viață a funcționării echipamentelor, considerată a fi de 10 ani sunt costuri care nu pot fi estimate necunoscând evoluția în timp a valorii actuale.

Între acestea enumerăm:

- Evoluția inflației
- Dobânzi și taxe bancare (costul banilor)
- Costurile energiei electrice
- Costul gazelor naturale
- Evoluția prețului consumabilelor
- Taxe și alte rigori legislative

Având în vedere comparația realizată între echipamente componente a unor sisteme similare și nu a unui sistem în raport cu propria sa evoluție în timp, precum și faptul că interesul analizei este de a scoate în evidență eficiența unui model în raport cu un altul, aceste costuri vor fi considerate constante și vor avea valoarea actuală pe întreaga perioadă analizată.

Punctul forte al modelului de cost îl reprezintă faptul că acesta folosește un nivel detaliat de măsurare a costurilor, coborând la nivelul activităților individuale.

Referitor la determinarea costului pe ciclul de viață al echipamentelor este necesară luarea în considerare a unor elemente generale de calcul:

- costul pe ciclul de viață al sistemelor reprezintă suma dintre cheltuielile inițiale (cheltuieli de cercetare, proiectare și execuție) și a cheltuielilor viitoare (cheltuieli pentru exploatarea și întreținerea obiectivului, cheltuieli de post utilizare care pot fi de demolare, dezafectare, reconversie, reciclare);

- suprafețele la care se raportează costurile se vor stabili după necesitate, pentru elemente de construcție, părți de obiect sau obiect de construcție;

- orizontul de timp este considerat în majoritatea cazurilor echivalent cu durata de serviciu normală a obiectului sau a elementului analizat;

- pentru însumarea costurilor care dau valoarea costului global pe ciclul de viață și care se consumă la momente diferite de timp este necesară aplicarea unor factori de actualizare; prin aplicarea acestor factori, costurile sunt aduse la nivelul unei date reper, de regulă anul în care se face comparația.

În cazul analizei ciclului de viață a unor sisteme sau echipamente care urmează a fi montate uzual, se utilizează pentru calculul costului global al ciclului de viață următoarea relație:

$$\text{LCC} = \text{Cic} + \text{Cin} + \text{Ce} + \text{Co} + \text{Cm} + \text{Cs} + \text{Cenv} + \text{Cd}$$

LCC - costul ciclului de viață

Cic - Costul inițial de achiziție (Cazane)

Costul inițial include și estimarea sau valoarea reală a următoarelor elemente:

- Costul proiectării, avize autorizații și taxe (În cazul concret al analizei aceste costuri sunt incluse în costul de achiziție și montaj)

- Costul de analiză a ofertelor și pregătire a achiziției
- Cost de achiziție administrativ
- Costul testelor și inspecției
- Costul cu piesele de schimb pe stoc
- Costul training-ului pentru personalul ce operează sau întreține echipamentele
- Costul pieselor auxiliare necesare la montaj

Cin - Costul instalării și punerii în funcțiune (include școlarizarea)

Costul instalării și punerii în funcțiune include:

- Fundații—proiectare, pregătire, beton și ranforsări, etc.
-amplasarea pe fundație a echipamentului
- Conexiunea conductelor de recirculație
- Conexiunea instrumentarului electric și a bransamentului principal
- Conexiunea sistemelor auxiliare și utilitare
- Agentul de lucru
- Costul punerii în funcțiune și a testelor inițiale

Ce - Costul energiei (Previziune a costului energiei necesare pentru operare)

Co - costul de operare (manopera)

Cm - Costul cu mentenanța și reparațiile (Reparații de rutină și predicții pe reparații accidentale)

Cs - Costul nefuncționării sistemelor (pierderi de producție)

Cenv - Cost protecție mediu (costuri datorate necesității de decontaminare în caz de accident cu implicații pe mediu)

Cd - Costul de dezafectare (inclusiv readucerea la stare inițială a locului de montaj și valoarea de reciclare a materialelor rezultate din dezafectare)

Interpretarea rezultatelor obținute în urma calculului costurilor pe ciclul de viață, se face identificându-se cele mai potrivite metode (grafice, tabele) de prezentare a rezultatelor inițiale obținute și includerea acestora în raportul final.

Rezultatele analizei costurilor pe ciclul de viață (LCC) necesită analiză și interpretare care va include:

- reprezentarea costurilor pe ciclul de viață ca procent din costurile de achiziție
- reprezentarea costurilor pe ciclul de viață în raport cu costul pe m² suprafață construită;
- reprezentarea costurilor pe ciclul de viață în raport cu costul anual (sau costul anual pe m²);
- reprezentarea costurilor pe ciclul de viață în raport cu costurile pe ciclul de viață
- reprezentarea costurilor pe ciclul de viață pe categorii de costuri (achiziție, utilizare, întreținere);

Evaluarea economică

Pentru o corectă evaluare, se vor considera următoarele costuri:

1. Cost investițional: include costul de achiziție al echipamentelor, transportul la locul de montaj, manopera de instalare, punere în funcțiune a echipamentului și a accesoriilor ce țin de funcționalitatea acestuia.

2. Cost întreținere: Se vor estima toate costurile inclusiv manopera și materialele necesare pentru întreținere curentă

3. Consumabile: Cuprinde valoarea estimată a consumabilelor

4. Reparații accidentale și capitale: Costul estimat al reparațiilor în funcționare normală și cost reparații capitale estimate după recomandările producătorului

5. Cost dezafectare: Vor fi estimate costurile de înlocuire la sfârșitul duratei de viață

6. Perioada de amortizare: Perioada de amortizare a echipamentelor în conformitate cu legislația în vigoare

7. Valoarea duratei de viață: Cumul al costurilor totale la care se ia în calcul pentru perioada de utilizare de 10 ani fără costul înlocuirii cu un echipament similar considerând că se asigură cerințele utilizării pe perioada aleasă.

Costul investițional al echipamentelor

Se analizează oferte pentru echipamentele propuse ce întrunesc condițiile indicate în proiect iar valorile, conform ofertelor primite și estimărilor de piață

Costul mentenanței anuale se estimează cu respectarea numărului de revizii recomandate de producător pe fiecare tip de echipament în parte, estimând numărul de persoane necesare realizării operațiilor de întreținere la un cost orar mediu.

Ipoteza de calcul va ține seama de costul operațiilor de întreținere considerând serviciile realizate cu personal specializat fie ele externalizate sau realizate cu personal propriu. Costul include și materiale mărunte utilizate la verificări.

Reparațiile accidentale sunt considerate a intra în limita unei valori de timp de maxim 10% din timpul total de funcționare în funcție de specificul echipamentului și de gradul critic a funcționării acestuia.

Reparațiile capitale se estimează la limita duratei de funcționare și includ operații de up-grade în limita a 10% din costul inițial al echipamentelor, schimbarea componentelor de uzură și readucerea în parametrii proiectați pentru a crește capacitatea de operare cu minim 30% durata de utilizare de la momentul realizării lucrărilor.

Premisele de calcul pentru energie

Cel mai important element al analizei îl constituie modul de estimare a costurilor energiei pe întreaga perioadă a duratei de viață.

Costul energiei consumate, în speță energie electrică sau gaze naturale se pot prelua din cărțile tehnice ale echipamentelor considerând cazul ideal de consum. Pentru a calcula evoluția prețului pentru energie electrică și gaze naturale se verifică prognoza evoluției prețurilor comunicate de Comisia Națională De Statistică.

Nu se vor considera prețurile reglementate de ANRE ca fiind subvenționate decât pentru consumatorii casnici.

Pentru a ține seama de evoluția prețurilor este de preferat să utilizăm datele furnizate de Raportul Național realizat de Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei - ANRE pentru Agenția pentru Cooperarea Autorităților de Reglementare în domeniul Energiei – ACER.

Comisia Europeană Opcom S.A. administrează piața de energie electrică pentru ziua următoare, prețul de închidere stabilit aici constituind o referință pentru prețurile stabilite pe alte piețe.

Chiar dacă la nivelul anului 2014 prețul energiei electrice a scăzut cu 2,5% tendința este de creștere iar pe termen lung, pe lângă prognoza statistică de creștere a prețului energiei există și tendința de aliniere la prețul mediu european.

Media europeană a costului energiei este de 18.48 cenți/kWh iar România ca să ajungă la un preț mediu are nevoie de o creștere a costului energiei cu minim 30% în următorii 5 ani. Creșterea poate fi

justificata și prin necesitatea investițională din domeniul energiei necesara pentru înlocuire și up-grade la echipamentele din sistemul energetic național.

Pentru a realiza o prognoza de creștere a prețului energiei electrice pe o perioada de 10 ani în condițiile enunțate mai sus, consideram o creștere liniară a costului energiei cu 3%/an.

În noul calendar de liberalizare stabilit cu Comisia Europeană, Fondul Monetar Internațional și Banca Mondială, prețul gazelor naturale din producția internă pentru consumatorii casnici și producătorii de energie termică va crește de la 1 iulie 2016 la 66 lei/MWh, de la 1 aprilie 2017 la 72 lei/MWh, 1 aprilie 2018 — 78 lei/MWh, 1 aprilie 2019 — 84 lei/MWh și 1 aprilie 2020 — 90 lei/MWh.

În conformitate cu oficializarea creșterii anunțate pentru consumatorii casnici, consideram ca procentul de creștere poate fi considerat corect și pentru a exprima creșterea prețului pentru consumatorii din celelalte categorii de consumatori.

Astfel pentru a exprima prețul anual a gazelor naturale vom considera o creșterea liniară anuală similară ca pentru energia electrică, respectiv de 3% pe întreaga durată considerată de 10 ani.

Pentru estimarea costurilor de dezafectare calculul ține seama de greutatea proprie a echipamentelor și materialul din care sunt confecționate. Uzual, costurile de dezafectare reprezintă 80% din costul de instalare din care se deduce prețul obținut prin vânzarea ca material reciclabil a părților din care acestea sunt confecționate (fier, aluminiu, cupru, etc).

Tabelul 80

Nr crt.	Punct termic	Numar apartamente. racordate	Energie termica necesar [kW/ap]	Putere termica cazane	Tip cazane / gaze naturale	Numar cazane, putere [kW]	Costuri estimate cazane [euro]	Costuri estimate cosuri fum [euro]	Cost cazane + cosuri [euro]	Costuri estimate inst termomec. [euro]	Costuri proiectare [euro]	Cost total, [euro] (fara TVA)
1	SC 17 anexa	68	2.5	170	Cazan otel, clasic	2 x 100	7500	4500	12000	4200	300	16500
2	PT 2 Tiglina 1	120	2.5	300	Cazan otel, clasic	2 x 150	12900	5400	18300	6300	440	25040
3	PT P 2 Port	508	2	1016	Cazan otel, clasic	2 x 600	30200	5400	35600	24170	1690	61460
4	PT 4 Tiglina 1	60	2	120	Baterie murale	1 x 120	7000	0	7000	4000	300	11300
5	PT 0 Tiglina 1	407	2	814	Baterie murale	7 x 120	35000	0	35000	17600	1230	53830
6	SC 14 Mazepa1	220	2	440	Cazan otel, clasic	2 x 220	12250	5400	17650	8950	600	27200
7	PT 3 Tiglina 1	360	2	720	Cazan otel, clasic	2 x 400	20700	3000	23700	16400	1150	41250
8	SC 59 Tiglina 2	155	2.5	387.5	Cazan otel, clasic	2 x 200	12000	5400	17400	8350	590	26340
9	SC 16 Mazepa1	181	2	362	Cazan otel, clasic	2 x 200	12000	5400	17400	8350	590	26340
10	PT 9 Tiglina 1	95	2.5	237.5	Baterie murale	2 x 120	11000	0	11000	5030	350	16380
11	SC 6 Micro 39	84	2	180	Mural	2 x 100	11000	0	11000	4350	305	15655
12	PT CSG Micr.40	742	2	1600	Cazan otel, clasic	2 x 800	35400	5000	40400	21000	1470	62870
13	SC 43 micro 21	267	2	550	Cazan otel, clasic	2 x 275	21000	5400	26400	9600	672	36672
14	PT 50 (icmrsg)	848	2	1700	Cazan otel, clasic	2 x 850	36000	4000	40000	22700	1589	64289
15	SC 7 Micro 39	195	2.5	500	Cazan otel, clasic	2 x 250	20700	5400	26100	9550	669	36319
16	SC 33 Micro 19	542	2.5	1400	Cazan otel, clasic	2 x 700	29300	5400	34700	19950	1397	56047

17	SC 50 Micro 19	298	2	600	Cazan otel, clasic	2 x 300	21800	5400	27200	14980	1049	43229
18	SC 32 Micro 19	372	3,2	1200	Cazan otel, clasic	2 x 600	26200	5400	31600	19200	1344	52144
19	PT Lic Metalurgic	40	2	80	Mural	1 x 80	5300	0	5300	2640	185	8125
20	SC 3 Micro 40	126	2	250	Cazan otel, clasic	2 x 125	9000	5400	14400	4200	294	18894
TOTAL		5688		12627			376250	75900	452150	231520	16212	699882

Analiza ciclului de viata se realizeaza pe cazanele si modernizarea CT-urilor puse in functiune in anul 2018. Se considera ca durata de viata a cazanelor si componentelor este de 10 ani.

In tabelul 80 sunt prezentate cheltuielile pentru proiectarea, achizitionarea si montajul echipamentelor. Datele sunt puse la dispozitie de catre beneficiar.

Operațiile de verificare semestriale cu conservarea pe timp de vara a cazanelor și o verificare înainte de repunerea în funcțiune pe perioada rece sunt estimate la aceiași valoare independent de puterea acestora.

Se estimează a fi necesara o echipa de 3 persoane.

Operațiile anuale de întreținere ce includ consumabilele 16400 EURO /an adică pe întreaga durata de viață 164000 EURO

Costurile de ISCIR-izare pentru echipamente sub presiune se calculează in conformitate cu ORDIN Nr. 998 din 30 aprilie 2013 privind aprobarea Prescripției tehnice PT CR 1-2013 "Tarife pentru operațiunile de autorizare, avizare, verificare tehnică și alte activități la instalații sub presiune, instalații de ridicat, instalații/echipamente pentru parcurile de distracții și aparate consumatoare de combustibil, efectuate de Inspekția de Stat pentru Controlul Cazanelor, Recipientelor sub Presiune și Instalațiilor de Ridicat" considerate anual la tariful actual prevăzut de 100 lei/ora si un nr estimat de 574 ore respectiv 12478 Euro/an, adică un cost de 124780 Euro pe întreaga durata de viață.

Reparația capitala a cazanelor se prevede la un nr de ore de funcționare conform specificațiilor de proiectare. Estimarea este de o reparație capitala la 10 ani iar costul este defalcat fiind reprezentat ca si cost anual. Astfel considerăm o funcționare normala cazanele vor suporta pe întreaga durata de viață un număr de 4 reparații capitale estimate ca fiind la o valoare de cca 80% din costul de montaj respectiv 43733 Euro ceea ce conduce la o valoare pe întreaga durata de viață de 437333 EURO

Pentru determinarea costului **reparațiilor accidentale** consideram o funcționare de 99% având in vedere ciclicitatea funcționarii si un număr mediu de cca 2 intervenții pe an (una pe ciclu de funcționare) care pot însemna 5466 EURO/an, respectiv 54666 EURO pe întreaga durata de viață a cazanelor.

Consumul mediu de gaz pe cazane este de 20 mc/h in regim de funcționare la cca 40% din nominal si pentru o perioada de numai 4 luni pe an adică Max 120 zile si o funcționare la parametrii de cca 55% din timpul zilei, consumul va fi de 1180800 mc/an la o valoare PCS de 0,010973 MWh/mc, (comună pentru furnizorii din România) adică 12957 MW/an. Vom considera un pret mediu de 20 EURO/MWh.

Costul combustibilului pe întreaga durata de viata este 2591400 Euro.

Costul dezafectării estimat la 80% din valoarea de instalare cu vânzarea lor la centre de reciclare la un preț mediu de 0,2 Euro/kg si deducerea valorii din costurile dezafectării este de 41000 Euro

Costul global al ciclului de viață pe o perioadă calculată de 10 ani pentru cazane va fi:

LCC =4113061 €

20. EVALUAREA IMPACTULUI ASUPRA MEDIULUI ȘI ÎNCADRAREA ÎN NORMELE DE MEDIU

20.1.Reducerea emisiilor de poluanți

Estimarea reducerii emisiilor de poluanți s-a făcut ținând seama de economia anuală de combustibil (gaze naturale) la sursa de căldură, obținută prin implementarea măsurilor propuse.

19.2.Premise de calcul

- Metodologia de calcul pentru estimarea reducerii emisiilor de poluanți este conform cu PE 1001/1994.

19.3.Metodologia de calcul a emisiilor de poluanți

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

Determinarea corectă a emisiilor de poluanți se realizează pe baza măsurătorilor efectuate cu aparatură specializată. În situația în care nu se dispune de această aparatură, pentru postevaluări pe diferite perioade de timp, inclusiv pentru întocmirea inventarelor și a rapoartelor statistice, pentru verificări ale încadrării în norme, precum și pentru elaborarea unor prognoze, evaluarea emisiilor se face conform *“Metodologie de evaluare operativă a emisiilor de SO₂, NO_x, pulberi (cenușă zburătoare) și CO₂ din centralele termice și termoelectrice”*, indicativ *PE – 1001/1994*, precum și a Normelor metodologice aprobate prin *Ordinul MAPPM nr. 462/01.07.1993*. Metodologia poate fi aplicată și de alte unități interesate care nu dispun de metodologii proprii, fiind în concordanță cu cea folosită în prezent în țările Uniunii Europene. Metoda se bazează pe utilizarea factorilor de emisie.

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

$$E = B \cdot Q_i \cdot \varepsilon \quad (45)$$

unde:

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

- ε - factorul de emisie [kg/kJ]

Factorul de emisie reprezintă cantitatea de poluant evacuat în atmosferă, raportată la unitatea de căldură introdusă cu combustibilul în cazan.

În cazul utilizării mai multor tipuri de combustibil, cantitatea de poluant se determină prin însumarea cantităților calculate pentru fiecare dintre aceștia.

Modelele de calcul pentru factorii de emisie, pentru fiecare poluant, sunt prezentate în continuare.

Poluant SO₂

$$\varepsilon_{SO_2} = \frac{\frac{m_{SO_2} * x * S}{m_s} \cdot 100}{Q_i} \cdot (1 - r) \quad (46)$$

unde:

- ε_{SO_2} - factorul de emisie pentru SO₂ [kg/kJ];
- m_{SO_2} - masa moleculară pentru SO₂; $m_{SO_2} = 64$
- m_s - masa moleculară a sulfului; $m_s = 32$
- S - conținutul de sulf al combustibilului (sulful combustibil), determinat ca valoare medie, pe baza analizei chimice elementare pe loturi și exprimat în procente de masă (%)

Poluant NO_x

Factorii de emisie pentru acest poluant sunt prezentați în tabelul următor :

<i>Combustibilul</i>	ε_{NOx}		
	<i>Puterea termică a cazanului*</i> [MW _t]		
	<i>50 - 100</i>	<i>100 - 300</i>	<i>>300</i>
	g/GJ	g/GJ	g/GJ
Păcură	190	210	280
Gaze naturale	130	150	170

* Se determină prin produsul dintre debitul de combustibil introdus în cazan (kg/s sau Nm³/s) și puterea calorifică inferioară a combustibilului (MJ/kg sau MJ/ Nm³)

Observație:

Valorile prezentate în tabelul anterior corespund pentru o sarcină a cazanului de 100%. În cazul funcționării cazanului la sarcini parțiale se utilizează următoarea corecție:

$$\varepsilon_x^{NO_x} = \varepsilon_{100}^{NO_x} * [a + (1 - a) * \frac{L - 50}{50}] \quad (47)$$

unde:

- $\varepsilon_x^{NO_x}$ - factorul de emisie la sarcina x %
- $\varepsilon_{100}^{NO_x}$ - factorul de emisie la sarcina de 100%
- L - sarcina cazanului, cuprinsă între 50% și 100%
- a - coeficient în funcție de tipul combustibilului, având următoarele valori:
- Gaze naturale: 0,5

Poluant CO2:

Factorii de emisie pentru CO₂ sunt cei adoptați în prezent în țările Comunității Economice Europene și sunt prezentați în tabelul următor:

Combustibil	ε_{CO_2} [g/GJ]
Păcură	72000
Gaze naturale	50000

Observație:

Valorile din tabelul anterior pot fi folosite în calculele de prognoză. Pentru calcule mai exacte se utilizează formula următoare:

$$\varepsilon_{CO_2} = \frac{\frac{m_{CO_2} * x * C}{100}}{Q_i} \quad (48)$$

unde:

- ε_{CO_2} - factorul de emisie pentru CO₂ [kg/kJ];
- m_{CO_2} - masa moleculară pentru CO₂ $m_{CO_2} = 44$
- m_C - masa moleculară a carbonului $m_C = 12$
- C - conținutul de carbon al combustibilului, exprimat în procente de masă (%)

19.4. Verificarea încădrării în norme

Concentrația poluantului în gazele evacuate se calculează astfel:

$$c = \frac{E_h * 10^6}{D} \quad (49)$$

unde:

- c concentrația poluantului în gazele evacuate [mg/Nm³];
- E_h cantitatea de poluant evacuată în atmosferă [kg/h];

- D debitul de gaze de ardere evacuate, rezultat din calculul arderii [Nm³/h];

Valoarea lui c astfel obținută se compară cu valoarea de referință precizată în **Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 462/01.07.1993** pentru aprobarea Condițiilor tehnice privind protecția atmosferică și **Normelor metodologice privind determinarea emisiilor de poluanți atmosferici produși de surse staționare – Anexa 2 Norme de limitare a emisiilor de poluanți pentru instalațiile de ardere.**

La calcule de prognoză c poate fi determinat astfel:

$$c = \frac{\varepsilon}{F_v} \quad (80)$$

unde:

- ε - factorul de emisie [mg/GJ];
- F_v - factorul de volum, definit ca raportul dintre volumul de gaze de ardere rezultate și cantitatea de căldură aferentă combustibilului introdus în cazan [Nm³/GJ]

F_v poate avea următoarele valori:

- lignit: 480
- huiță: 380
- păcură: 290
- gaze naturale: 320

19.5. Calculul emisiilor de poluanți și încadrarea în normele de mediu

În tabelul 80 sunt prezentate cantitățile cu care se reduc emisiile de poluant CO₂ și respectiv NO_x la CT1, CT2, CT3, CT4, CT5 prin aplicarea Programului de măsuri propus.

Tabelul 80

Centrala termica	Consum real combustibil [Nm ³ /h]	Cantitatea de poluant [kg/h]			
		E _{SO2} [kg/h]	E _{NOx} [kg/h]	E _{CO} [kg/h]	E _{CO2} [kg/h]
CT1	35.54	-	0.067	-	65.21
CT2	77.68	-	0.148	-	142.54
CT3	58.23	-	0.111	-	106.85
CT4	17.33	-	0.033	-	31.8
CT5	30.42	-	0.058	-	55.82

În tabelul 81 sunt prezentate valorile concentrațiilor de poluanți în gazele de ardere, evacuate în atmosferă.

Tabelul 81

Centrala termica	Consum real combustibil [Nm ³ /h]	Vga [Nm ³ ga/Nm ³ gn]	Concentrația de poluanți în gazele de ardere, evacuate în atmosferă			
			mg/Nm ³ ga			g/Nm ³ ga
			C _{SO2}	C _{NOx}	C _{CO}	C _{CO2}
CT1	35.54	14.07	-	133.98	-	130.4
CT2	77.68	18.08	-	105.3	-	101.49
CT3	58.23	18.18	-	105.31	-	10.09
CT4	17.33	15.16	-	125.6	-	121.04
CT5	30.42	13.98	-	136.38	-	131.25

În conformitate cu normele de mediu în vigoare, limita maximă a concentrației de poluant NO_x este de 350 mg/Nmc ga. În concluzie, concentrația de NO_x la cazanele analizate se înscrie în normele de mediu.

Președinte de ședință,

BIBLIOGRAFIE

1. N.Leonăchescu – *Termotehnica* – Editura Didactică și Pedagogică, București 1974
2. B.Popa, C.Vintilă – *Termotehnică, mașini și instalații* – Editura DP, buc. 1973
3. B.Popa, E.Man, M.Popa – *Termotehnică, mașini și instalații termice – culegere de probleme pentru energeticieni*, Editura Tehnică, Buc. 1979
4. D.Ștefănescu ș.a. – *Transferul de căldură în tehnică – culegere de probleme pentru ingineri, vol.I și II*, Editura Tehnică, București 1982
5. C.Burducea, A.Leca – *Conducte și rețele termice*, Editura Tehnică, București 1974
6. A.Carabulea și I.Gh.Carabogdan – *Modele de bilanțuri energetice reale și optime*, Editura Academiei, București 1982
7. T.Berinde ș.a. – *Întocmirea și analiza bilanțurilor energetice în industrie, vol.I și II*, Editura Tehnică, București 1976
8. I.Gh.Carabogdan ș.a. – *Bilanțuri energetice – probleme și aplicații pentru ingineri*, Editura Tehnică, București 1986
9. H.Tolle – *Măsurări în instalațiile termice*, Editura Tehnică, București 1972
10. K.Ražnjević – *Tabele și diagrame termodinamice*, Editura Tehnică, București 1978
11. I.Popa, N.Iordache, L.Negulescu – *Exploatarea cazanelor* – Editura Tehnică, București 1984
12. C.Mereuță, V.Athanasovici, V.Vasiluță – *Îndreptarul inginerului energetician* – Editura Tehnică, București 1984
13. Ioan Popa – *Repararea cazanelor* – Editura Tehnică, București 1992
14. V.Atanasovici ș.a. – *Termoenergetică industrială și termoficare* – Editura Didactică și Pedagogică, București 1981
15. V.Feldman ș.a. – *Măsurii practice generale de economisire a combustibilului și căldurii în industrie*- Editura Tehnică, București 1976