

HOTĂRÂREA NR. 2

din 31.01.2018

**privind aprobarea auditului energetic complex pe întregul contur de energie la Regia
Autonomă de Gospodărie Comunală și Locativă Pașcani**

Consiliul Local al Municipiului Pașcani, județul Iași;

Având în vedere Expunerea de motive înregistrată sub nr. 1327/25.01.2018 întocmită de Primarul Municipiului Pașcani, Ing. Dumitru Pantazi, în calitate de inițiator al proiectului de hotărâre;

Având în vedere Raportul înregistrat sub nr. 1328/25.01.2018 întocmit de Direcția Economică, Unitatea de Monitorizare a Serviciilor Publice și Compartimentul Juridic și Contencios din cadrul aparatului de specialitate al Primarului Municipiului Pașcani;

Având în vedere avizele comisiilor de specialitate din cadrul Consiliului Local al Municipiului Pașcani:

- *Avizul Comisiei de prognoze economico sociale, buget, finanțe, industrie, agricultură, silvicultură, prestări servicii, comerț și IMM-uri, programe europene, atragere fonduri structural și relații externe, înregistrat sub nr. 38/29.01.2018;*

- *Avizul Comisiei juridice, ordine publică, administrație publică, drepturile omului și libertăți cetățenești, înregistrat sub nr. 49/30.01.2018;*

Având în vedere adresa nr.13776/12.12. 2017 transmisă de Regia Autonomă de Gospodărie Comunală și Locativă Pașcani, înregistrată la Municipiului Pașcani sub nr. 19401/12. 12. 2017;

Având în vedere auditul energetic complex pe întregul contur de consum de energie la Regia Autonomă de Gospodărie Comunală și Locativă Pașcani, întocmit de auditorul energetic autorizat S.C. Total Energy S.R.L. înregistrat la Autoritatea Națională de Reglementare în Domeniul Energiei sub nr, 88135/15.12.2016 și la Autoritatea de Reglementare pentru Serviciile Comunitare de Utilități Publice sub nr. 425941/15.12.2016;

Având în vedere Regulamentul de Organizare și Funcționare al R.A.G.C.L. Pașcani aprobat prin Hotărârea Consiliului Local al Municipiului Pașcani nr. 87/30.07.2015;

Având în vedere dispozițiile Legii nr. 51/2006 privind serviciile comunitare de utilități publice, republicată, cu modificările și completările ulterioare;

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

Având în vedere dispozițiile Legii nr. 24/2000 privind normele de tehnică legislativă pentru elaborarea actelor normative, republicată, cu modificările și completările ulterioare;

Având în vedere Legea nr. 121 din 18 iulie 2014 privind eficiența energetică, actualizată;

În conformitate cu prevederile art.36 alin. (1), (2) litera d), alin.(6) litera a) pct.14 din Legea nr. 215/2001 privind administrația publică locală, republicată cu modificările și completările ulterioare;

În temeiul dispozițiilor art. 45 alin. (1) din Legea nr. 215/2001 privind administrația publică locală, republicată, cu modificările și completările ulterioare,

H O T Ă R Ă Ș T E:

Art.1. Se aprobă auditul energetic complex pe întregul contur de consum de energie la Regia Autonomă de Gospodărie Comunală și Locativă Pașcani, întocmit de auditorul energetic autorizat S.C. Total Energy Solution S.R.L., conform anexei nr. 1, parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art.2. Se aprobă valorile pierderilor tehnologice ale sistemului centralizat de încălzire, evidențiate prin Auditul Energetic Complex 2016, întocmit de auditorul energetic autorizat S.C. Total Energy Solution S.R.L. după cum urmează:

Contur de bilanț	Pierderi tehnologice (calculate)	Pierderi reale (măsurate)
	(%)	(%)
Rețele	10,29	16,70
Centrale termice	9,20	11,7

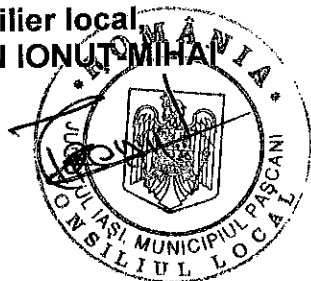
Art.3. Începând cu data adoptării prezentei hotărâri orice dispoziții contrare se abrogă.

Art.4. Prevederile prezentei hotărâri vor fi duse la îndeplinire de conducerea executivă a Regiei Autonome de Gospodărie Comunală și Locativă Pașcani.

Art.5. Serviciul Administrație Publică va comunica, în copie, prezenta hotărâre către:

- Instituția Prefectului județul Iași;
- Primarul municipiului Pașcani;
- Direcția economică;
- Unitatea de Monitorizare a Serviciilor Publice;
- Compartimentul Juridic și Contencios;
- R.A.G.C.L. Pașcani;
- Mass-media.

PREȘEDINTE DE ȘEDINȚĂ,
Consilier local
PRODAN IONUT MIHAI



Contrasemnează pentru legalitate
SECRETARUL MUNICIPIULUI
cons. jr. **IRINA JITARU**

Auxa nr. 1 la HCL nr. 2/31.01.2018



**TOTAL ENERGY
SOLUTIONS**

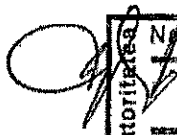
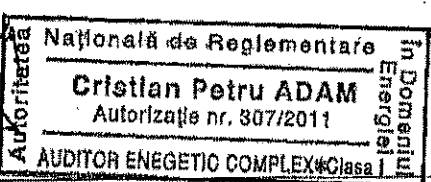
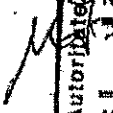
AUDIT ENERGETIC

pe întregul contur de consum de energie

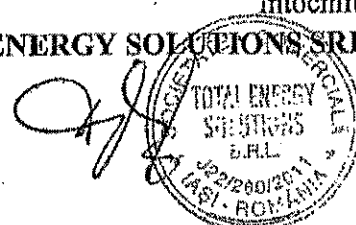
la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Locativă - RAGCL Pașcani

- 2015 -

COLECTIV DE REDACTARE

Numele și prenumele	Semnătura și ștampila
Ing. Cătălin DIACONU	 
Ing. Cristian ADAM	 
Dr. ing. Marcel ISTRATE	 

Intocmit,
SC TOTAL ENERGY SOLUTIONS SRL



CUPRINS

CAP. 1. NOȚIUNI INTRODUCATIVE.....	4
1.1. Aspecte generale	4
1.2. Conturul de bilanț.....	5
1.3. Unitatea de timp asociată bilanțului	5
1.4. Caracteristici tehnice ale echipamentelor și instalațiilor din conturul de bilanț	6
1.4.1 Centrale termice de cvartal și rețele de distribuție agent termic	6
1.4.2 Mijloace de transport auto.....	26
CAP. 2. ECUAȚII DE BILANȚ. BREVIAR DE CALCUL	28
2.1. Breviar de calcul termic pentru cazane de apă caldă	28
2.1.1 Calculul fluxurilor termice la intrare.....	29
2.2. Breviar de calcul termic pentru conductele de apă caldă	33
2.2.1 Expresia generală a pierderii de căldură	33
2.2.2 Calculul pierderii de căldură la conductele aeriene	33
2.2.3 Calculul pierderii de căldură la conductele subterane așezate în canale.....	35
2.2.4 Calculul pierderii de căldură la conductele preizolate așezate în pământ.....	37
CAP. 3. APARATE DE MĂSURĂ UTILIZATE	39
3.1. Analizor de rețea electrică trifazată Chauvin Arnoux - Qualistar CA8334	39
3.2. Instrument multifuncțional LUTRON LM-8010	40
3.3. Camera de termografie ThermoCAM™ E45 – FLIR SYSTEMS	41
3.4. Analizorul de gaze multifuncțional TESTO 300 XXL	42
CAP. 4. BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL	44
4.1. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 1	44
4.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 1.....	45
4.1.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1	45
4.1.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2	48
4.1.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3	51
4.1.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 1.....	54
4.2. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 2.....	57
4.2.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 2.....	58
4.2.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1	58
4.2.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2	61
4.2.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3	64
4.2.1.4 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C4	67
4.2.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 2.....	70
4.3. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 3 + 6.....	73
4.3.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 3 + 6	74
4.3.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1	74
4.3.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2	77
4.3.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3	80
4.3.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 3 + 6	83
4.4. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 4.....	86
4.4.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 4.....	87
4.4.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1	87
4.4.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2	90

4.4.1.3	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3.....	93
4.4.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 4.....	96
4.5.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 5.....	99
4.5.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 5.....	100
4.5.1.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1.....	100
4.5.1.2	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2.....	103
4.5.1.3	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3.....	106
4.5.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 5.....	109
4.6.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 7.....	112
4.6.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 7.....	113
4.6.1.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1.....	113
4.6.1.2	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2.....	116
4.6.1.3	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3.....	119
4.6.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 7.....	122
4.7.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 8.....	125
4.7.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 8.....	126
4.7.1.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1.....	126
4.7.1.2	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2.....	129
4.7.1.3	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3.....	132
4.7.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 8.....	135
4.8.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 9.....	138
4.8.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 9.....	139
4.8.1.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1.....	139
4.8.1.2	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2.....	142
4.8.1.3	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3.....	145
4.8.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 9.....	148
4.9.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 10.....	151
4.9.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 10.....	152
4.9.1.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1.....	152
4.9.1.2	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2.....	155
4.9.1.3	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3.....	158
4.9.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 10.....	161
4.10.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 11.....	164
4.10.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 11.....	165
4.10.1.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1.....	165
4.10.1.2	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2.....	168
4.10.1.3	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3.....	171
4.10.1.4	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C4.....	174
4.10.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 11.....	177
4.11.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 12.....	180
4.11.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 12.....	181
4.11.1.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1.....	181
4.11.1.2	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2.....	184
4.11.2	Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 12.....	187
4.12.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT Sediū.....	190
4.12.1	Bilanțul termoeenergetic real al cazanului de apă caldă de la CT Sediū.....	191
4.12.2	Bilanțul real al rețelei de distribuție agent termic din CT Sediū.....	194
4.13.	Bilanțul termoeenergetic real pe conturul general al centralelor de cvartal.....	196
CAP. 5. BILANȚUL ELECTROENERGETIC REAL PE CONTURUL CENTRALELOR TERMICE DE CVARTAL.....		199

CAP. 6. BILANȚUL REAL PE SECTORUL TRANSPORTURI.....	
CAP. 7. ANALIZA BILANȚULUI ENERGETIC REAL	207
7.1. Analiza bilanțului termoeenergetic real pe conturul centralelor de cvartal și rețelelor de distribuție	207
7.2. Analiza bilanțului energetic real pe conturul sectorului transporturi.....	211
CAP. 8. PLAN DE MĂSURI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ	212
CAP. 9. BILANȚUL ENERGETIC OPTIMIZAT	214
CAP. 10. EVALUAREA IMPACTULUI ASUPRA MEDIULUI	216
10.1. Considerații generale.....	216
10.2. Calculul emisiilor pe tipuri de poluant.....	216
10.2.1 Emisiile de oxizi de azot (NO _x)	216
10.2.2 Emisiile de dioxid de carbon (CO ₂)	217

CAP. 1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

1.1. Aspecte generale

Prezenta lucrare are ca temă întocmirea unui audit energetic pe întregul contur de consum energetic al Regiei Autonome de Gospodărire Comunală și Locativă – RAGCL Pașcani. Lucrarea este întocmită în conformitate cu recomandările din *Ghidul de Elaborare a Auditurilor Energetice*, aprobat prin Decizia ANRE nr. 2123/23.09.2014, în baza prevederilor art. 9 din Legea nr. 121 din 04.08.2014, cu respectarea tuturor prevederilor legale în vigoare.

Obiectul de activitate al regiei îl constituie:

- producerea și distribuția energiei termice și a apei calde de consum;
- administrarea și închirierea fondului locativ de stat aflat în administrarea regiei;
- transportul local de călători și transport marfă;
- vânzarea de locuințe și spații cu altă destinație decât locuințe din fondul locativ de stat.

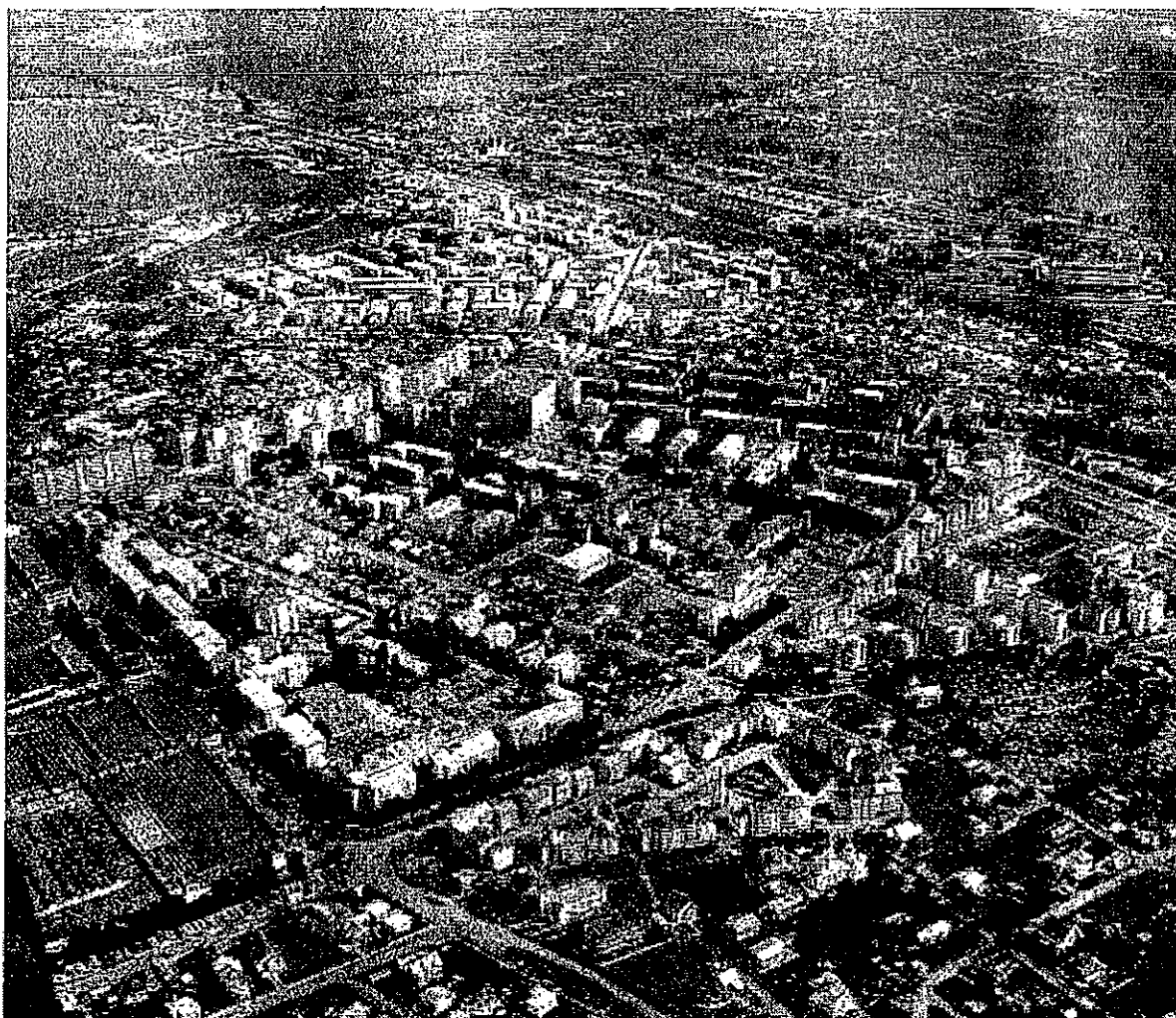


Fig. 1.1. Municipiul Pașcani – vedere aeriană

R.A.G.C.L. Pașcani livrează agent termic pentru încălzire și apă caldă de consum, atât pentru apartamentele racordate la centralele termice de cvartal proprii, cât și pentru o serie de instituții și agenți economici de pe raza municipiului Pașcani.

În perioada 1998 - 2002, R.A.G.C.L. Pașcani a derulat o serie de proiecte menite să conducă la îmbunătățirea calității serviciilor oferite în domeniul alimentării cu energie termică.

Astfel, prin semnarea Acordului de Împrumut la 13 aprilie 1997, între Guvernul României și BERD, ratificat prin OG 38/1997, municipiul Pașcani a beneficiat de un împrumut pentru reabilitarea a 10 centrale termice.

Reabilitarea a constat în:

- re tehnologizarea instalațiilor termoe energetice pentru producerea agentului termic pentru încălzire și a apei calde menajere;
- înlocuirea rețelilor pentru transportul agentului termic și apei calde cu sisteme de conducte preizolate montate în pământ și prevăzute cu sisteme de detecție a avariilor;
- contorizarea consumurilor de energie termică în centralele termice și la scările de bloc.

Procesele tehnologice din centrale sunt conduse de un calculator de proces care urmărește, gestionează și comandă modificarea parametrilor specifici ai instalației. Toate centralele sunt conectate la un dispecer central.

Scopul acestui proiect a fost de îmbunătățire a calității serviciilor către consumatori și reducerea consumurilor specifice pentru producția de energie termică.

1.2. Conturul de bilanț

Conturul de bilanț la care se referă prezentul volum de audit energetic este reprezentat de *întregul contur de consum energetic* al regiei, în care principalele sub-contururi de consum sunt sistemul de producere și distribuție a energiei termice (centrale termice de cvartal și rețele de distribuție), respectiv mijloacele de transport din cadrul serviciului de transport public al regiei.

În cazul centralelor termice de cvartal, limitele conturului de bilanț sunt reprezentate de contorul de energie electrică prin care sunt alimentați consumatorii electrici din centrala respectivă și care constituie și limita de separație cu furnizorul de energie, contorul de gaz al centralei (limita de separație cu furnizorul de gaze naturale), respectiv contoarele de pe plecarile din centrale către consumatorii finali, pentru apă caldă de consum și pentru agentul termic pentru încălzire.

Pentru mijloacele de transport, intrările în conturul de bilanț sunt reprezentate de cantitățile de carburanți auto consumate de acestea în cadrul serviciului de transport public de persoane.

1.3. Unitatea de timp asociată bilanțului

Unitatea de timp asociată bilanțului real este *anul calendaristic*, conform precizărilor din *Ghidul de elaborare a auditurilor energetice*. Datorită specificului activității de producere și alimentare cu energie termică, precum și a diferențelor între regimurile de funcționare caracteristice pentru perioadele sezonului rece și sezonului cald, pentru o evaluare corectă a eficienței energetice globale a sistemului este necesar să se determine consumurile de combustibili și energie, precum și valoarea pierderilor de energie, pe durata unui an calendaristic (2015).

1.4. Caracteristici tehnice ale echipamentelor și instalațiilor din conturul de bilanț

1.4.1 Centrale termice de cvartal și rețele de distribuție agent termic

În cadrul serviciului public de producere și distribuție a energiei termice, R.A.G.C.L. Pașcani are în administrare un sistem format din:

- 7 centrale termice de cvartal, cu puteri instalate de 8,7 MWt (CT-uri: 1, 4, 3+6, 7, 8, 9, 11);
- 1 centrală termică de cvartal, cu putere instalată de 4,4 MWt (CT 2);
- 1 centrală termică de cvartal, cu putere instalată de 11,7 MWt (CT 5);
- 1 centrală termică de cvartal, cu putere instalată de 5,25 MWt (CT 10);
- 1 centrală termică de cvartal, cu putere instalată de 0,81 MWt (CT 12);
- 70 de kilometri de rețele de distribuție a agentului termic.

Centralele termice de cvartal alimentează consumatorii (asociații de proprietari, instituții publice și agenți economici) cu agent termic pentru încălzire și/sau apă caldă menajeră produse în cazane de apă caldă, prin intermediul rețelelor secundare de distribuție aferente.

Pe lângă cele 11 CT-uri de cvartal, RAGCL mai deține o centrală termică pentru încălzirea clădirii administrative și anexelor de la sediul Regiei (CT Sediul).

Centralele termice de cvartal sunt echipate cu 2 ... 4 cazane de apă caldă fiecare, de diverse tipuri și puteri nominale, așa cum este prezentate mai jos.

- CT 1 și CT 3 + 6 sunt identice, fiind echipate fiecare cu câte 3 cazane VIESSMANN Turbomat RN de 2900 kW (fig. 1.2), dimensiunile constructive și caracteristicile tehnice ale cazanelor fiind prezentate în fig. 1.3 și tab. 1.1;

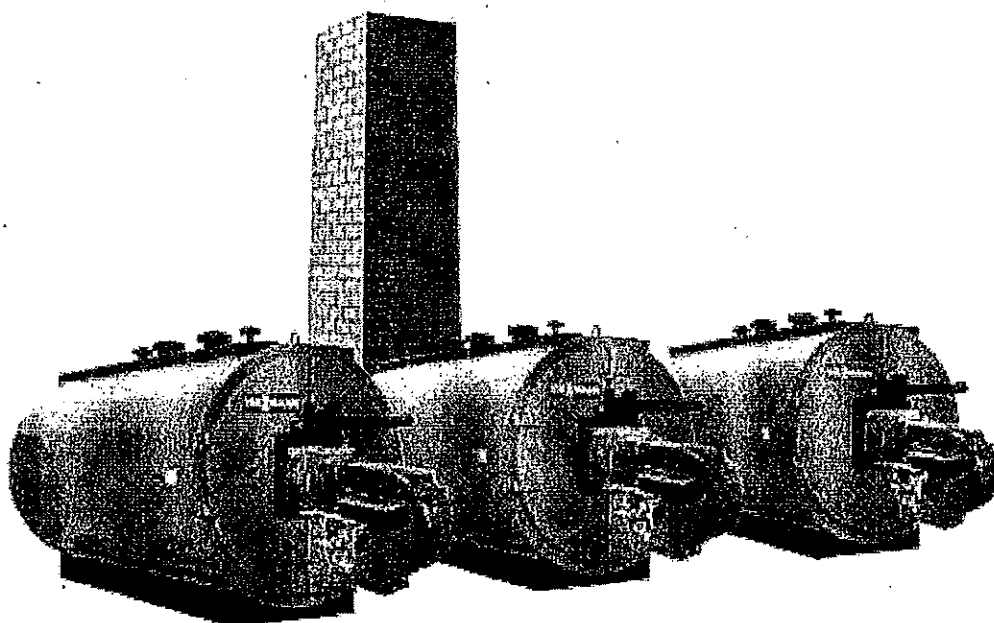
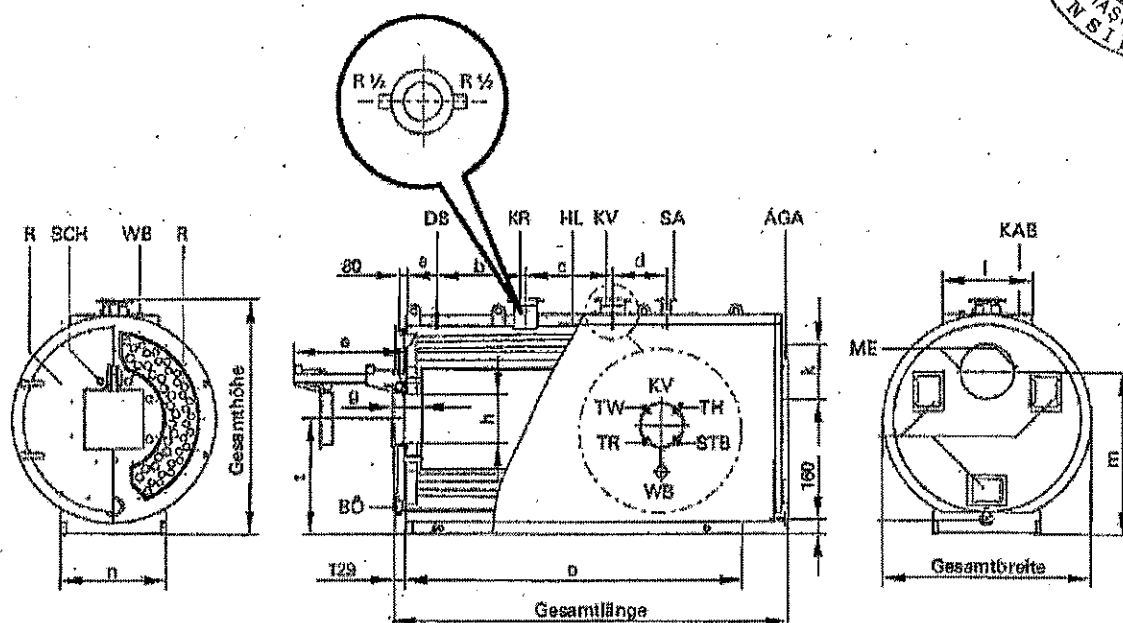


Fig. 1.2. CT 1, CT 3+6: 3 cazane VIESSMANN Turbomat RN 2900



- CT 2 este echipată cu 4 cazane BALTUR BAR 1140 BT de 1100 kW fiecare (fig. 1,4), cu dimensiunile constructive și caracteristicile tehnice prezentate în fig. 1.5 și tab. 1.2;

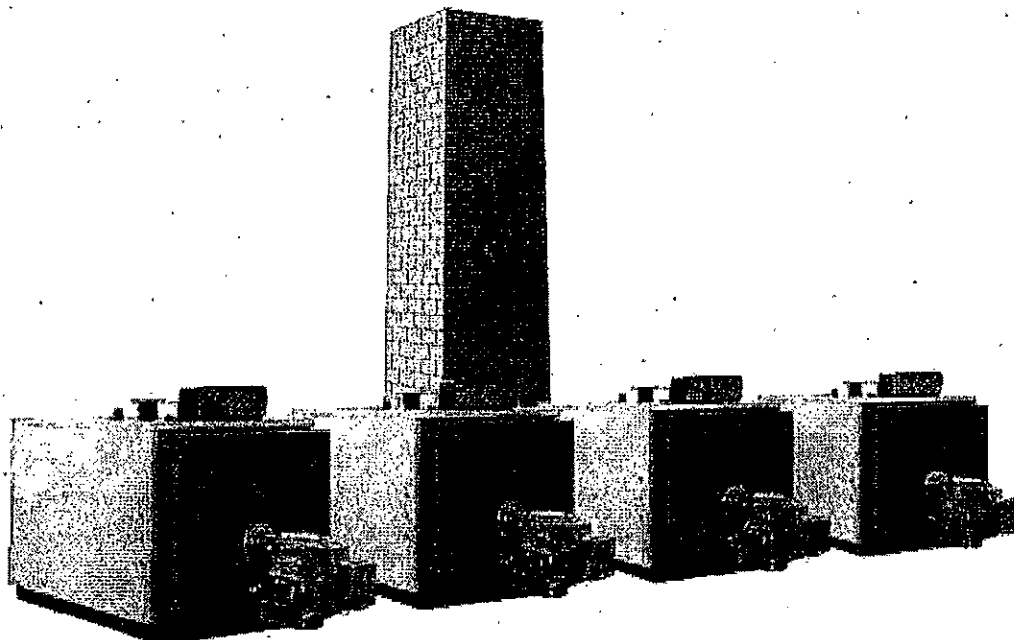


Fig. 1.4. CT 2: 4 cazane BALTUR BAR 1140 BT

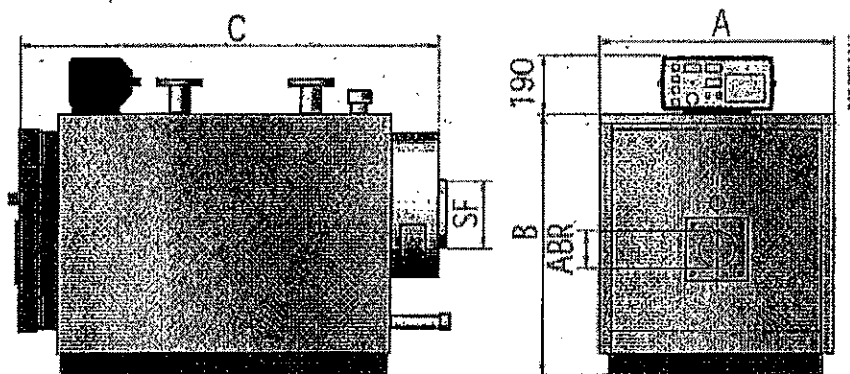


Fig. 1.5. Schița constructivă a cazanului BALTUR BAR 1140 BT

Tab. 1.2. Dimensiuni de gabarit pentru cazanul BALTUR BAR 1140 BT

Heat output kW	Model	Code	Effic. at rated power		Boiler capacity t/h	Pressure losses		Max. pressure bar	Ø ABR mm	Ø flange mm	A mm	B mm	C mm	Weight kg
			100%	30%		water side kPa	flue gas side kPa							
200 + 250	BAR 275	84740701	92.6 + 91.2	89.9 + 88.7	233	2.4 + 3.7	10 + 15	5	180	250	870	970	1630	599
234 + 300	BAR 330	84740702	92.5 + 91.2	89.4 + 88.4	262	3.2 + 5.3	12 + 18	5	180	250	870	970	1790	608
280 + 360	BAR 385	84740703	92.7 + 91.6	89.3 + 89.6	323	1.9 + 3.1	17 + 20	5	210	250	940	1040	1765	742
315 + 420	BAR 460	84740704	92.6 + 91.6	89.8 + 89.4	367	2.4 + 4.2	19 + 34	5	210	250	940	1040	1965	824
375 + 500	BAR 550	84740705	92.8 + 91.6	89.9 + 89.0	434	1.3 + 2.3	14 + 27	5	210	300	1030	1130	1895	875
477 + 600	BAR 655	84740706	92.8 + 91.6	90.8 + 90.0	502	2.1 + 3.3	18 + 32	5	210	300	1030	1130	2145	1065
580 + 730	BAR 795	84740707	92.9 + 91.8	91.6 + 91.1	607	1.5 + 2.3	25 + 45	5	285	350	1140	1240	2090	1314
855 + 820	BAR 895	84740708	92.9 + 91.8	91.5 + 90.9	675	1.9 + 2.9	28 + 51	5	285	350	1140	1240	2290	1410
830 + 1040	BAR 1140	84740709	92.4 + 91.2	89.6 + 89.1	822	3.0 + 4.7	32 + 57	5	310	350	1250	1350	2350	1724

- CT 4, CT 7, CT 8 și CT 9 sunt de asemenea identice, fiind echipate cu câte 3 cazane fiecare de tip CHAPPÉE model CX-HR2 de 2900 kW (fig. 1.6), având dimensiunile de gabarit și caracteristicile tehnice date în fig. 1.7 și tab. 1.3;

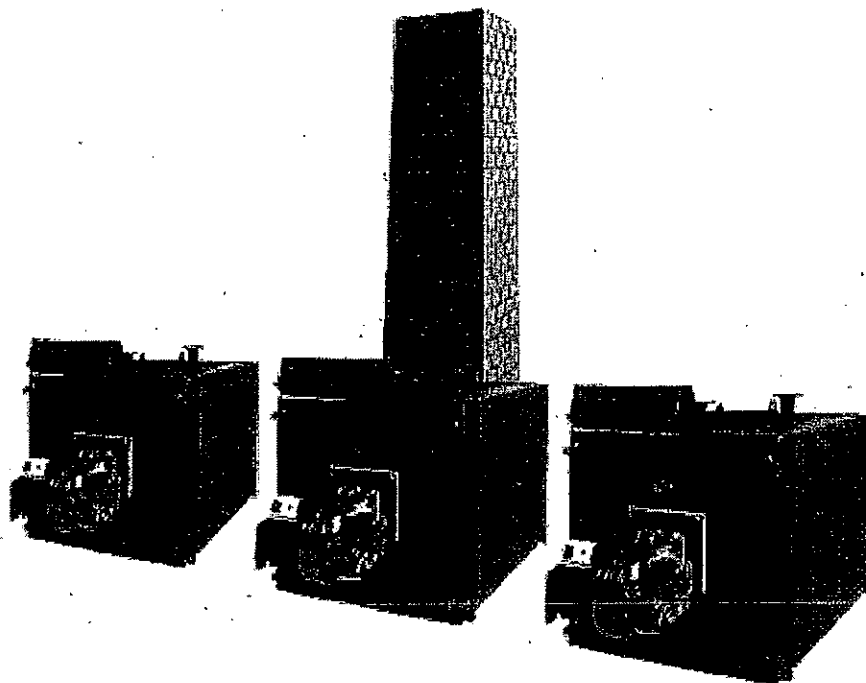


Fig. 1.6. CT 4, CT 7, CT 8 și CT 9: 3 cazane CHAPPÉE CX-HR2

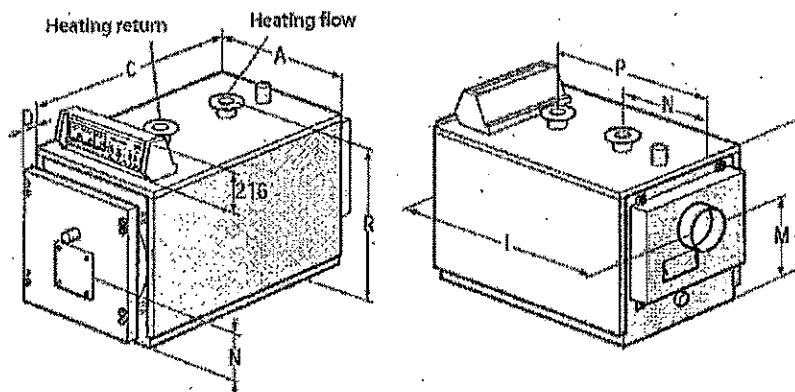


Fig. 1.7. Schița constructivă a cazanului CHAPPÉE CX-HR2 2900 kW

Tab. 1.3. Dimensiuni de gabarit pentru cazanul CHAPPÉE CX-HR2

Models	Boiler water capacity l	Weight kg	Connections water	exit gases	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	I mm	M mm	N mm	P mm	R mm
1 040	822	1 658	DN 125	350	1 250	1 360	1 980	205	165	2 330	797	650	1 270	1 475
1 320	1 242	2 030	DN 150	400	1 352	1 432	2 292	207	145	2 644	810	1 131	1 631	1 540
1 570	1 418	2 780	DN 175	450	1 462	1 542	2 282	227	207	2 706	880	1 071	1 621	1 650
1 880	1 617	3 290	DN 175	450	1 462	1 542	2 682	227	207	3 166	880	1 441	1 901	1 650
2 200	2 086	4 145	DN 200	520	1 622	1 702	2 692	259	289	3240	950	1 331	2 031	1 810
2 650	2 324	4 465	DN 200	520	1 622	1 702	3 014	259	288	3 560	950	1 662	2 352	1 810
3 000	2 687	5 110	DN 200	570	1 720	1 830	3 230	295	325	3 850	1 315	325	2 755	1 990
3 500	4 142	6 700	DN 200	620	1 970	2 090	3 194	395	375	3 894	1 635	377	2 717	2 271

- CT 5 este echipată cu două cazane mari YGNIS Pyronox LD de 6000 kW și un cazan mic YGNIS Pyronox LR de 2150 kW (fig. 1.8); dimensiunile de gabarit și caracteristicile tehnice ale cazanelor mari sunt date în fig.1.9 și tab.1.4, iar cele ale cazanului mic în fig.1.10 și tab.1.5;

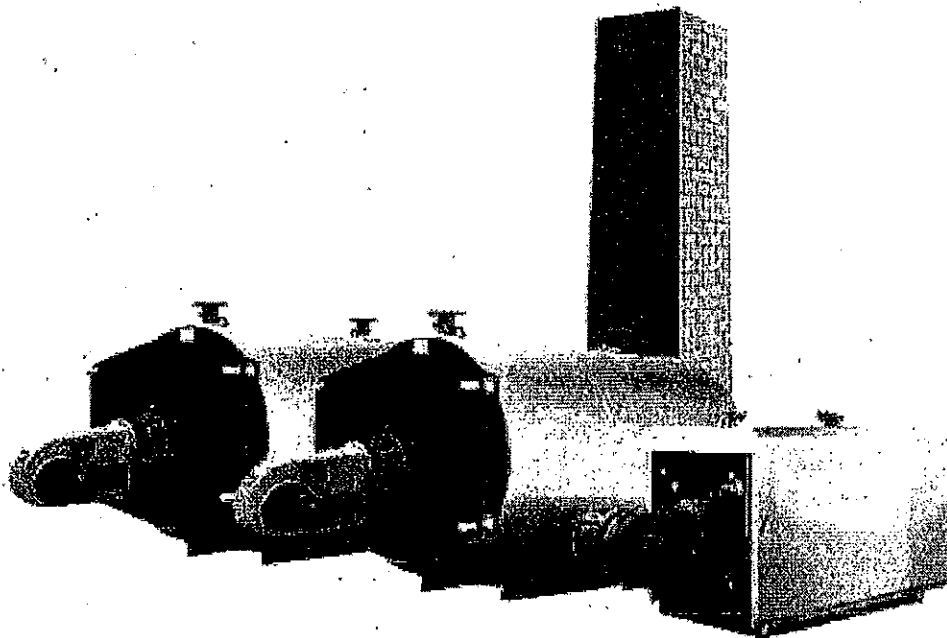


Fig. 1.8. CT 5: 2 cazane YGNIS Pyronox LD 6000 + 1 cazan YGNIS Pyronox LR 2150

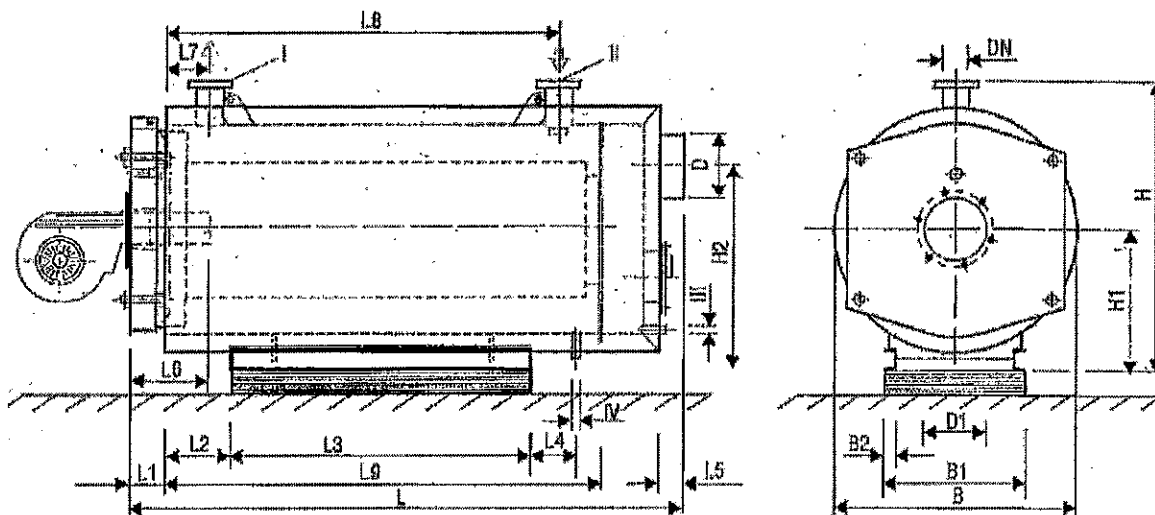


Fig. 1.9. Schița constructivă a cazanului YGNIS Pyronox LD 6000 kW

Tab. 1.4. Dimensiuni și caracteristici tehnice pentru cazanul YGNIS Pyronox LD 6000

Type	4000	4600	5000	6000	7000	8000	9300
Boiler Capacity (kW)	4000	4600	5000	6000	7000	8000	9300
Burner Capacity (kW)	4396	5055	5495	6593	7692	8791	10220
Dimension	L mm	4523	4825	4825	4960	5027	5153
	B mm	1902	2004	2004	2126	2237	2323
	H mm	2200	2302	2302	2423	2569	2562
	L1 mm	210	210	210	210	210	210



	L2 mm	584	630	630	487	506	866	718
	L3 mm	2500	2650	2650	3000	3000	2770	2990
	L4 mm	434	467	467	337	356	517	568
	L5 mm	150	150	150	150	150	150	150
	L6 mm	455	465	465	465	500	496	524
	L7 mm	376	400	400	407	412	425	455
	L8 mm	3292	3505	3505	3567	3600	3678	3971
	L9 mm	3668	3909	3909	3974	4012	4103	4426
	B1 mm	1123	1191	1191	1271	1344	1400	1690
	B2 mm	55	55	55	55	55	60	60
	H1 mm	1100	1150	1150	1210	1300	1340	1480
	H2 mm	1600	1650	1650	1720	1840	1902	2163
	D mm	Ø 600	Ø 700	Ø 700	Ø 800	Ø 850	Ø 900	Ø 900
	D1 mm	480	480	480	480	480	580	580
D2 mm	1132	1224	1224	1332	1435	1516	1633	
L10 mm	3396	3630	3630	3680	3700	3789	4082	
Flue gas Temperature (°C)	210-230	210-230	210-230	210-230	210-230	210-230	210-230	
Flue gas Volume (kg/hr)	6569	7555	8211	9854	11496	13138	15273	
Water Pressure Drop (mbar)	33	44	52	75	40	50	80	
Water content (liter)	2980	3470	3470	3730	3910	4170	6170	
Fluegas Content (m³)	5.75	7.11	7.11	8.69	10.19	11.55	14.66	
Transport Weight (Kg)	7680	8810	8810	10200	11700	12200	13200	

Tab. 1.5. Caracteristici tehnice pentru cazanul YGNIS Pyronox LR 2150

LR				21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Puissances															
Puissance utile qN (80/60 °C)	max.			450	500	550	625	700	850	975	1100	1400	1700	2150	2600
	min.		KW	99	121	121	162	162	274	333	333	367	463	718	793
Débit calorifique qF	max.			490	540	597	674	760	916	1048	1190	1523	1846	2325	2826
	min.	3	KW	104	127	127	189	169	285	347	347	383	482	747	763
Taux de modulation		3		21%	24%	21%	25%	22%	31%	33%	29%	25%	26%	32%	27%
Rendement total 60 / 80 °C	100%		%	91.9	92.6	92.1	92.8	92.1	92.8	93.1	92.5	91.9	92.0	92.5	92.0
Rendement total 60 / 80 °C	30%		%	95.5	95.5	95.5	95.8	95.7	95.9	95.9	95.9	95.8	95.9	96.1	95.9
Rendement total 60 / 80 °C	min qF		%	95.6	95.6	95.6	95.8	95.8	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.1	96.0
Rendement DIN4702-8, 60 / 75 °C	qN		%	95.0	95.2	95.1	95.4	95.2	95.6	95.6	95.4	95.3	95.4	95.6	95.4
Débits															
Débit gaz naturel, type E	max.	1,2		49.1	54.2	59.9	67.6	76.3	91.9	105.2	119.4	152.8	185.3	233.3	283.5
	min.	1,2	nm ³ /h	10.4	12.7	12.7	17.0	17.0	28.6	34.8	34.8	38.4	48.4	75.0	76.6
Débit des fumées	max. humide			0.21	0.23	0.25	0.28	0.32	0.38	0.44	0.50	0.64	0.77	0.97	1.18
	min. humide		kg/s	0.04	0.05	0.05	0.07	0.07	0.12	0.15	0.15	0.17	0.20	0.31	0.32
Caractéristiques des fumées, pertes															
Surpression foyer	max.		mbar	4.17	3.03	3.72	3.94	5.07	4.22	4.33	6.65	6.08	6.71	6.98	8.00
Température des fumées à 80/60 °C	max.		°C	184	170	180	187	180	185	180	173	184	182	173	183
	min.	3							95						
Pertes aux fumées à 80/60 °C	max.		%	7.9	7.2	7.7	7.0	7.7	7.0	6.7	7.4	7.9	7.8	7.4	7.9
Pertes à l'arrêt qB	70 °C		W	781	883	883	1020	1020	1178	1382	1382	1585	1742	2073	2340
Caractéristiques hydrauliques															
Pertes de charge hydraulique	at=10K		mbar	30	37	45	58	73	108	58	58	120	85	136	63
	at=20K			8	9	11	15	18	27	14	18	30	21	34	16
Débit d'eau	max.		m ³ /h	38.7	47.3	47.3	60.1	60.1	73.0	94.5	94.5	120.3	148.1	184.7	223.4
	min.								0.0						
Températures de service	max.		°C						95						
	TS								110						

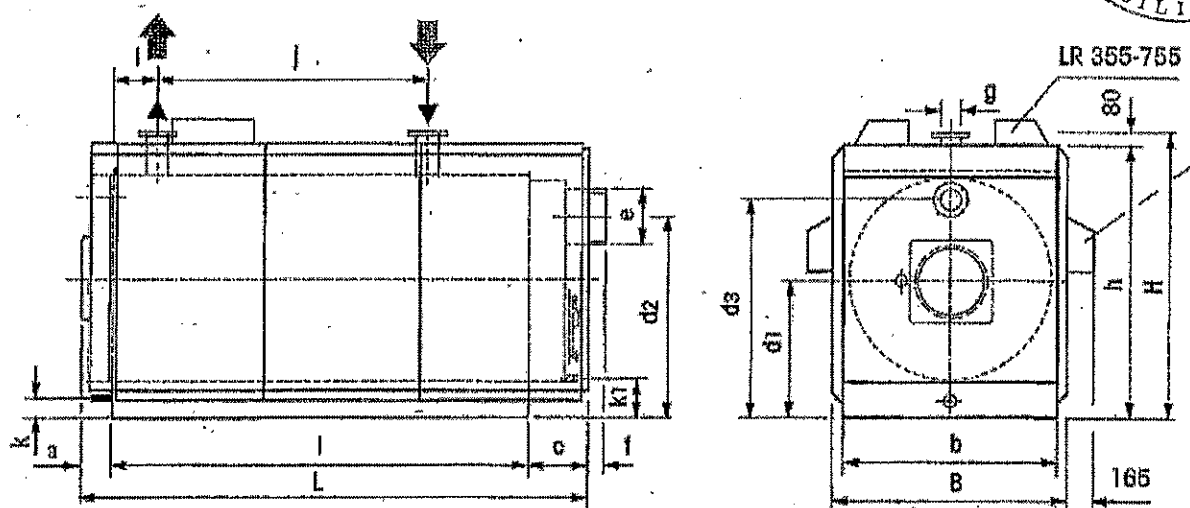


Fig. 1.10. Schița constructivă a cazanului YGNIS Pyronox LR 2150 kW

- CT 10 are ca surse de producere agent termic 3 cazane VIESSMANN Paromat de 1900 kW (fig. 1.11), având caracteristicile constructive și tehnice prezentate în fig. 1.12 și tab. 1.6;

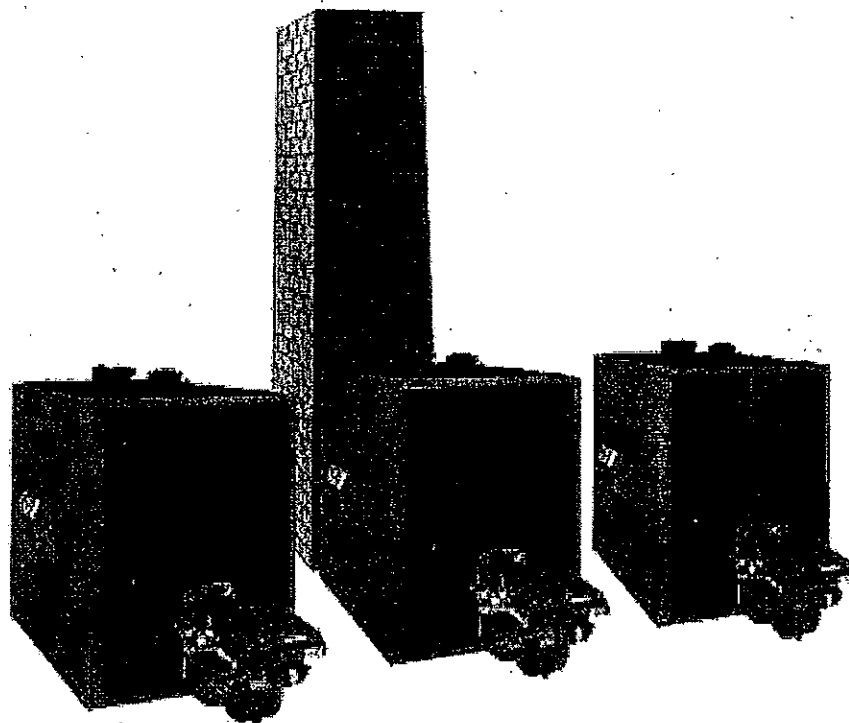


Fig. 1.11. CT 10: 3 cazane VIESSMANN Paromat-Simplex 1900 kW

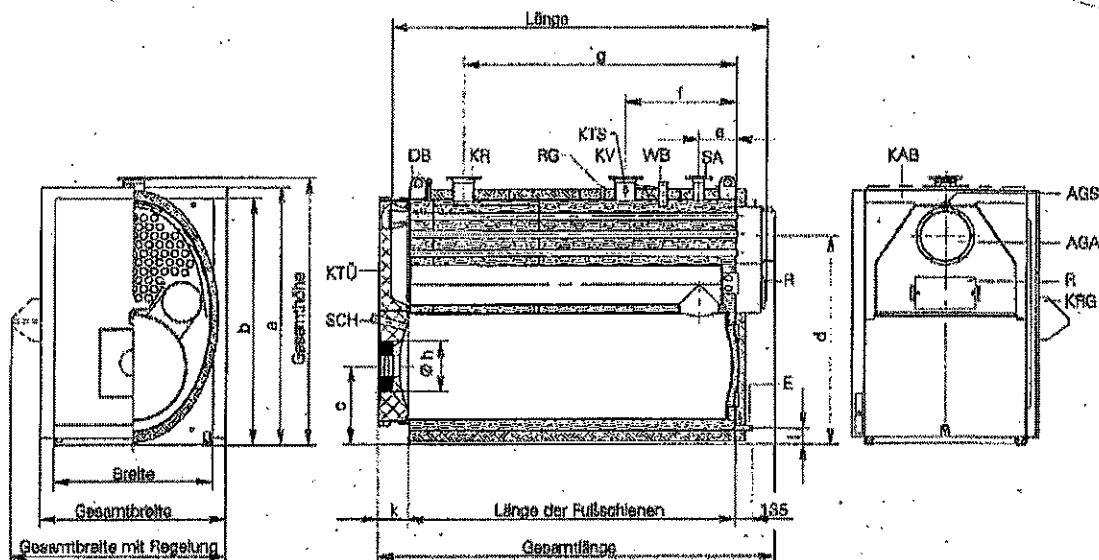


Fig. 1.12. Cazanul VIESSMANN Paromat-Simplex

Tab. 1.6. Caracteristici tehnice pentru cazanul VIESSMANN Paromat-Simplex

Nr. crt.	Dimensiune...	UM	Valoare
1	Putere nominală	kW	1900
2	Masa	kg	3350
3	Înălțime	mm	2602
4	Lățime	mm	1505
5	Lungime	mm	3087
6	Volum	l	2565

- CT 11 este dotată cu 2 cazane VIESSMANN Vitomax 200 cu $P_n=2000\text{kW}$ fiecare și 2 cazane VIESMMANN Vitoplex 100 cu $P_n=1000\text{ kW}$ fiecare (fig. 1.13). Dimensiunile constructive și caracteristicile tehnice sunt prezentate în fig. 1.14 și 1.15, respectiv în tabelele 1.7 și 1.8.

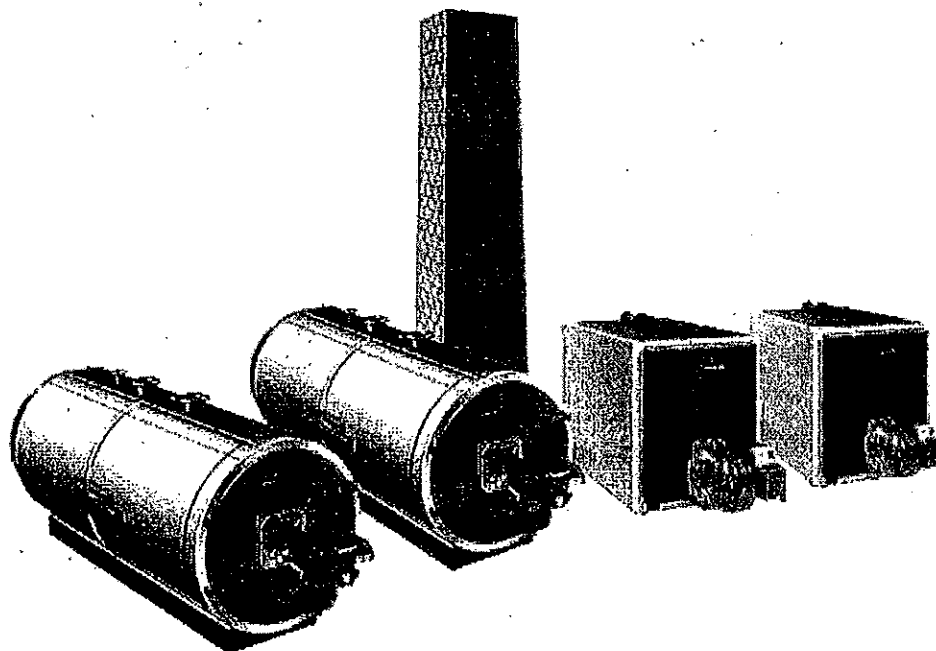
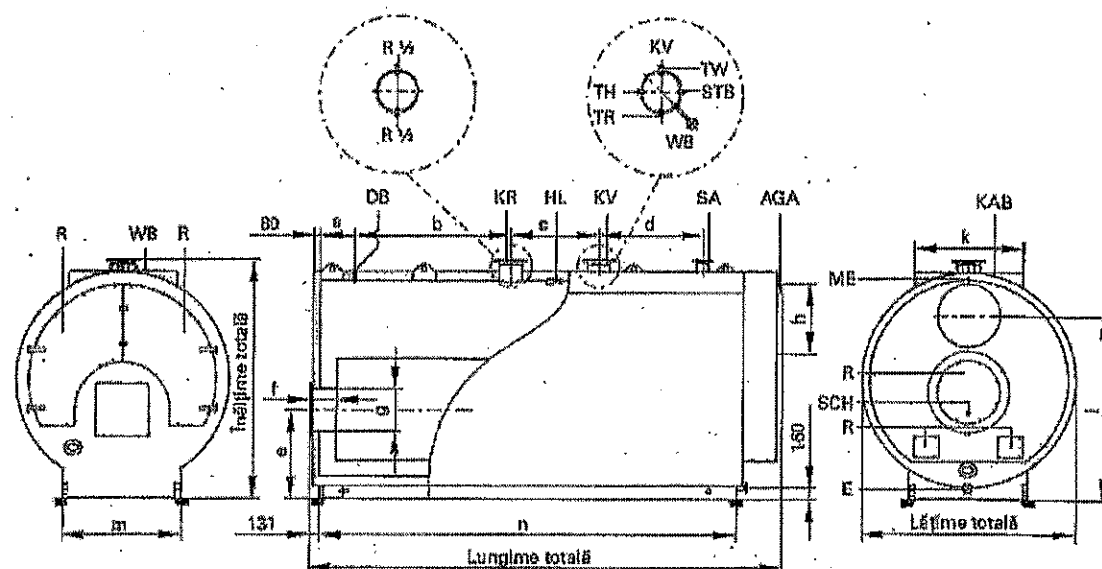
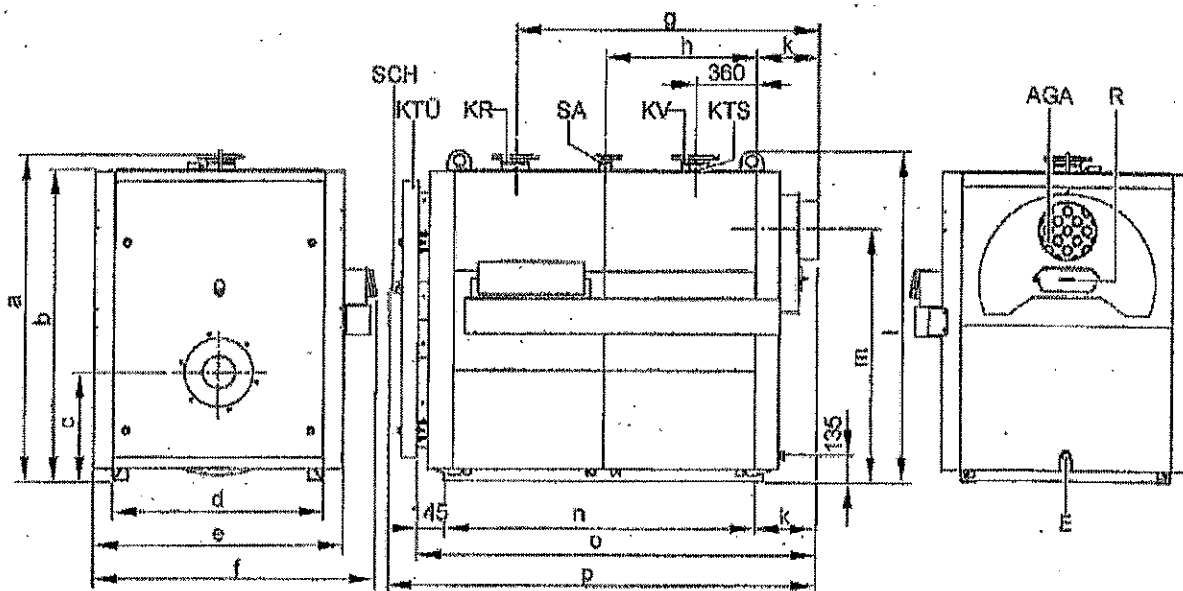


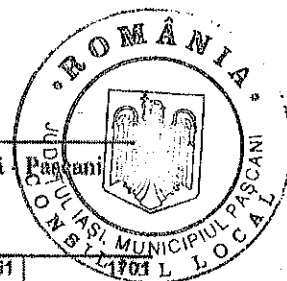
Fig. 1.13. CT 11: 2 cazane Viessmann Vitomax 200 și 2 cazane Viessmann Vitoplex 100



Putere nominală	KW	2 100	2 500	3 200	3 900	4 500	5 300	6 500	7 800	9 300	11 200	13 800	15 000
a	mm	300	300	300	300	300	300	300	500	500	500	500	500
b	mm	900	1 010	1 010	1 050	1 130	1 235	1 345	2 000	2 050	2 250	2 550	2 550
c	mm	850	870	980	980	1 010	1 200	1 300	1 420	1 470	1 270	2 650	2 650
d	mm	600	650	850	700	700	800	1 000	1 400	1 400	1 500	1 040	1 330
e	mm	1 130	1 175	1 225	1 280	1 320	1 045	1 090	1 165	1 215	1 260	1 280	1 305
f	mm	325	325	325	325	325	325	330	381	381	381	381	381
g	Ø mm	408	408	508	508	508	508	580	602	602	782	782	782
h	Ø mm	448	510	610	610	680	760	810	910	910	1 010	1 110	1 210
k	mm	700	700	700	800	800	800	800	900	900	900	1 000	1 000
l	mm	1 695	1 720	1 720	1 800	1 905	1 970	2 100	2 420	2 470	2 565	2 750	2 810
m	mm	1 200	1 200	1 300	1 300	1 400	1 400	1 500	1 700	1 700	1 700	2 100	2 100
n	mm	3 140	3 440	3 810	3 790	3 940	4 470	4 910	5 820	6 020	6 020	7 340	7 830
Ramă de bază	Ø NP	120	120	140	140	160	160	180	220	220	220	300	300

Fig. 1.14. Schița constructivă și dimensiunile cazanului VIESSMANN Vitomax 200





Domeniul de putere nominală	de la kW până la kW	621 780	781 950	951 1120	1121 1350	1351 1700	1701 2000
a (înălțime cu ștuțuri)	mm	1670	1670	1900	1900	2000	2000
b	mm	1590	1590	1815	1815	1915	1915
c	mm	665	655	680	680	625	625
d	mm	1085	1085	1180	1180	1280	1280
e	mm	1280	1280	1375	1375	1480	1480
f	mm	1460	1460	1550	1550	1655	1655
g	mm	1470	1570	1820	2020	2180	2320
h	mm	775	825	940	1040	1180	1180
k	mm	280	280	300	300	320	320
l (înălțime cu mâner de transport)	mm	1690	1690	1920	1920	2020	2020
m	mm	1290	1290	1480	1480	1600	1600
n (lungimea șinelor suport)	mm	1645	1645	1875	2075	2200	2360
o (dimensiune de amplasare)	mm	1970	2070	2320	2620	2665	2865
p	mm	2115	2215	2485	2685	2850	3010

Putere nominală	kW	2 100	2 600	3 200	3 900	4 500	5 300	6 620	7 800	9 300	11 200	13 800	16 000
Sarcină nominală	kW	2 230	2 830	3 480	4 240	4 890	5 780	7 170	8 480	10 110	12 170	14 980	16 900
Marcaj CE		CE-0035											
conform directivei cu privire la cazanele sub presiune													
Temperatura pe tur admisă ¹ (= temperatura de siguranță)	°C	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
Suprapresiune de lucru admisă	bar	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10	6 re- spec- tiv 10
Rezistența pe circuitul de gaze arse	Pa mbar	770 7,7	830 8,3	1 030 10,3	1 120 11,2	1 140 11,4	1 270 12,7	1 310 13,1	1 240 12,4	1 480 14,8	1 480 14,8	1 820 18,2	1 880 18,8
Dimensiuni totale													
Lungime totală	mm	3 725	4 030	4 200	4 430	4 630	5 155	5 695	6 611	6 711	6 811	8 181	8 471
Lățime totală	mm	2 400	2 090	2 190	2 300	2 380	2 600	2 650	2 850	2 950	3 050	3 900	3 400
Înălțime totală	mm	2 305	2 395	2 495	2 605	2 685	2 805	2 955	3 200	3 300	3 400	3 650	3 750
Înălțimea suportilor fonosorb- banți (în stare încărcată)	mm	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Fundație													
Lungime	mm	3 340	3 640	3 810	3 990	4 140	4 670	5 110	6 020	6 120	6 220	7 640	7 830
Lățime	mm	1 400	1 400	1 500	1 500	1 600	1 600	1 700	1 900	1 800	1 900	2 300	2 300
Diametrul camerei de ardere	mm	940	970	1 040	1 100	1 140	1 160	1 230	1 260	1 360	1 440	1 450	1 600
Lungimea camerei de ardere	mm	2 844	3 145	3 313	3 408	3 552	4 102	4 550	5 368	6 407	6 496	8 820	7 100
Greutate													
Cazan cu termoizolație pentru suprapresiune 6 bar	kg	4 600	5 400	6 260	7 200	8 060	9 000	10 380	16 200	17 900	20 500	28 900	32 500
de lucru admisă 10 bar	kg	6 575	6 905	7 415	8 610	9 425	10 355	11 555	16 700	19 500	22 300	33 300	37 400
Capacitate apă din cazan	litri	4 070	5 180	5 770	6 880	7 470	8 460	9 980	14 230	19 470	20 860	26 410	28 470
Rasorduri cazan:													
Tur și retur cazan	PN 16 DN	150	160	200	200	200	250	250	250	300	300	400	400
Racord elemente de siguranță pentru suprapresiune de lucru admisă 6 bar	PN 16 DN	65	65	80	80	80	100	100	100	125	150	150	2 x 100
10 bar	PN 16 DN	50	50	65	65	65	80	80	80	100	100	125	125
Golire	PN 16 DN	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50
Parametrii gaze arse ²													
Temperatura (la temperatura apei din cazan de 80 °C)													
- la putere nominală	°C	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185	185
- la sarcină pețală	°C	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
Debit masic													
- la putere nominală	kg/h	3 510	4 340	5 340	6 510	7 510	8 850	11 000	13 020	15 620	18 690	23 030	26 030
- la sarcină pețală	kg/h	1 760	2 170	2 670	3 260	3 760	4 430	5 600	6 510	7 760	9 360	11 520	12 520
Depresiunea necesară la coș	Pa/mbar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ștuț de evacuare gaze arse	Ø ext. mm	448	510	610	810	680	780	810	910	910	1010	1110	1210
Volum de gaz	m ³	3,79	4,42	5,14	6,17	7,10	8,02	10,38	13,18	14,84	17,63	22,04	26,36
Camera de ardere și căile de gaze arse													
Randament normat la temp. sist. încălzire 75/60 °C	%	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95

*1 Temperatura maximă ce poate fi atinsă pe tur este cu cca 15 K mai mică decât temperatura pe tur admisă (= temperatura de siguranță).

*2 Valoarea de calcul pentru dimensionarea instalației de gaze arse conform DIN 4705, considerând 13 % CO₂ pentru combustibil lichid tip M și 10 % CO₂ pentru gaz metan.

Temperaturile gazelor arse, ca valori brute, măsurate la temperatura aerului de combustie de 20 °C.

Datele pentru sarcină parțială se referă la o putere de 50 % din puterea nominală. În cazul unei alte sarcini parțiale (depinzând de regimul de funcționare) trebuie calculat debitul masic de gaze arse în mod corespunzător.

Temperatura gazelor arse, la o temperatură a apei din cazan de 80 °C, servește la dimensionarea instalației de evacuare a gazelor arse și la stabilirea domeniului de utilizare a conductelor de evacuare a gazelor arse cu temperaturi de funcționare maxim admise.

Tab. 1.8. Caracteristici tehnice pentru cazanul VIESSMANN Vitoplex 100

Domeniul de putere nominală	de la kW	621	781	951	1121	1351	1701
	până la kW	780	950	1120	1350	1700	2000
Putere nominală utilă	de la kW	682	858	1046	1232	1485	1869
	până la kW	857	1044	1231	1484	1868	2198
Număr de identificare al produsului		CE-0085 BP 0365					
Temperatura pe tur admisă (= temperatura de siguranță)	°C	110					
Presiunea de lucru admisă	bar	6					
Rezistența pe traseul de gaze arse	Pa mbar	350 3,6	500 5,0	300 3,0	400 4,0	450 4,5	600 6,0
Dimensiuni corp cazan							
Lungime (dimensiunea o)*1	mm	1970	2070	2320	2520	2665	2825
Lățime (dimensiunea d)	mm	1085	1085	1180	1180	1280	1280
Înălțime (dimensiunea l)	mm	1690	1690	1920	1920	2020	2020
Dimensiuni totale							
Lungime totală (dimensiunea p)	mm	2115	2215	2465	2665	2850	3010
Lățime totală (dimensiunea e)	mm	1280	1280	1375	1375	1480	1480
Lățime totală (dimensiunea f)	mm	1480	1480	1650	1650	1655	1655
Cazan cu automatizare pentru circuitul cazanului							
Înălțime totală (dimensiunea l)	mm	1690	1690	1920	1920	2020	2020
Înălțimea suportilor fonoabsorbanți ai cazanului (în stare încărcată)	mm	37	37	37	37	37	37
Fundația							
Lungime	mm	1600	1700	1900	2100	2250	2400
Lățime	mm	1250	1250	1350	1350	1450	1450
Diametrul camerei de ardere	mm	780	780	840	840	950	950
Lungimea camerei de ardere	mm	1470	1570	1800	2000	2110	2270
Greutate corp cazan	kg	1380	1470	2140	2380	2780	3020
Greutate totală	kg	1480	1575	2260	2525	2920	3170
Cazan cu termololație și automatizare a circuitului cazanului							
Volum apă din cazan	litri	888	998	1286	1324	1655	1767
Racorduri cazan							
Turul și returul cazanului	PN 10 DN	100	100	125	125	150	150
Racord elemente de siguranță (supapă de siguranță)	PN 10 DN	50	50	65	65	65	65
Golire	R (file ext.)	1½	1½	1½	1½	1½	1½
Parametri gaze arse*2							
Temperatura (la temperatura apei din cazan de 75 °C)							
- la putere nominală	°C	215	215	215	215	215	215
- la sarcină parțială	°C	140	140	140	140	140	140
Debit masic (la combustibil lichid și gaz metan)							
- la putere nominală	kg/h	1200	1460	1720	2070	2610	3070
- la sarcină parțială	kg/h	720	876	1032	1242	1566	1842
Depresiunea necesară la coș	Pa/mbar	0	0	0	0	0	0
Volum gaz	m ³	0,97	1,03	1,50	1,65	2,20	2,35
Camera de ardere și căile de gaze arse							
Randament util normat (pentru funcționare pe combustibil lichid) la temp. sist. de încălzire 75/60 °C	%	92					
Pierderi de căldură prin stand-by q _{st, %}	%	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11



- CT 12 este echipată cu 2 cazane VIESSMANN Paromat Simplex de 405 kW (fig. 1.16), având caracteristicile constructive și tehnice prezentate în fig. 1.17 și tab. 1.9;

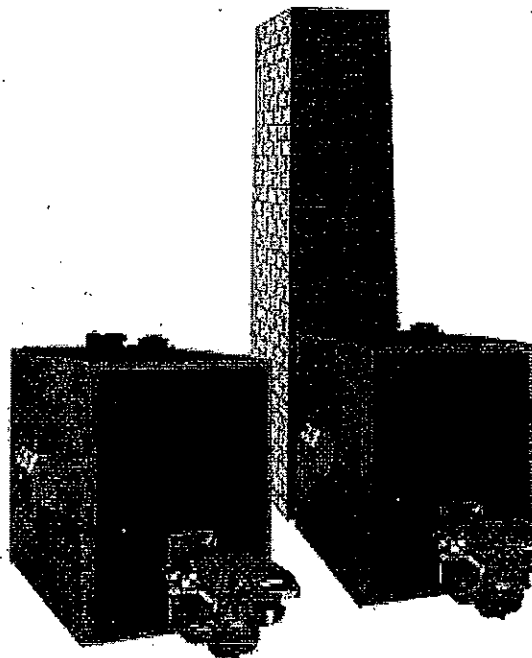


Fig. 1.16. CT 10: 3 cazane VISSMANN Paromat-Simplex 1900 kW

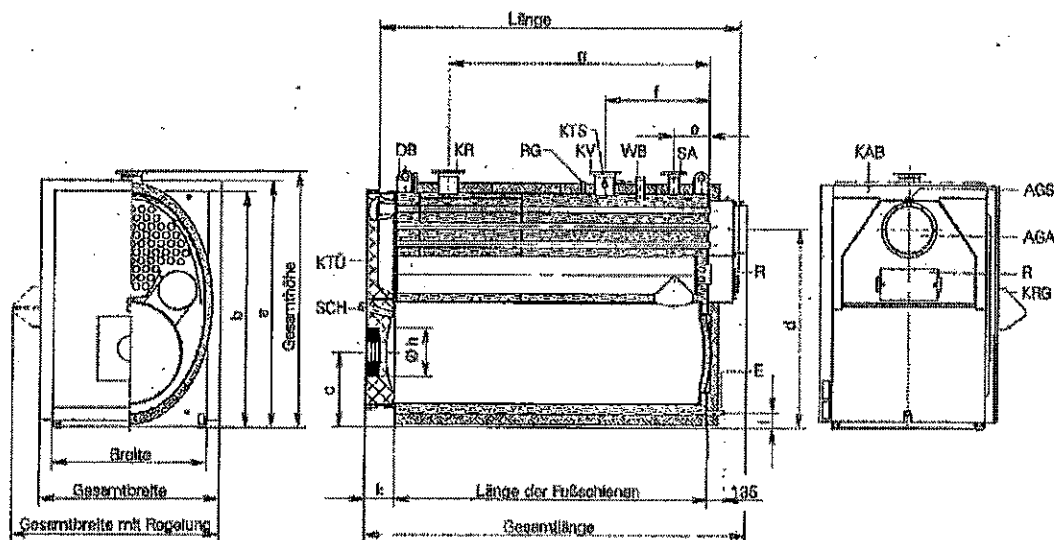


Fig. 1.17. Cazanul VIESSMANN Paromat-Simplex

Tab. 1.9. Caracteristici tehnice pentru cazanul PAROMAT Simplex 405

[illegible]

Gesamtlänge	mm	1288	1488	1430	1645	1890	1815	1880	2080	2080
Gesamtlänge mit Brenner und Haube	mm	1630	1830	1768	2007	2039	—	—	—	—
Gesamtbreite	mm	769	769	860	860	942	942	1017	1017	1017
Gesamthöhe	mm	1317	1317	1448	1448	1511	1511	1665	1665	1665
Höhe	mm	22	22	22	22	22	37	37	37	37
- schallabsorbierende Kesselunterlagen (belastet)	mm	28	28	28	28	28	28	—	—	—
- schallabsorbierende Stützfüße	mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fundament	mm	1000	1200	1150	1400	1400	1550	1800	1800	1800
Länge	mm	770	770	860	860	950	950	1000	1000	1000
Breite	mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brennraumdurchmesser	mm	410	410	480	480	552	552	586	586	586
Brennraumlänge	mm	805	1006	931	1150	1169	1293	1325	1525	1525
Gewicht Kesselkörper	kg	324	375	462	565	709	778	984	1164	1105
Gesamtgewicht Heizkessel mit Wärmedämmung und Kesselkreisregelung	kg	383	439	530	630	791	866	1089	1277	1308
Gesamtgewicht Heizkessel mit Wärmedämmung, Unit Öl-Gebäsebrenner und Kesselkreisregelung	kg	409	464	555	655	816	—	—	—	—
Gesamtgewicht Heizkessel mit Wärmedämmung, Unit Gas-Gebäsebrenner und Kesselkreisregelung	kg	423	479	570	670	831	—	—	—	—
Inhalt Kesselwasser	Liter	129	159	222	259	276	308	420	665	630
Zul. Vorlauftemperatur (=Absicherungstemperatur)	°C	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Zul. Betriebsüberdruck	bar	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Anschlüsse Heizkessel	PN 6 DN	65	65	65	65	80	80	80	100	100
Kesselvor- und -rücklauf	R (A.-Gew.)	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	—	—	—
Sicherheitsvorlauf	PN 6 DN	—	—	—	—	—	—	50	60	50
Sicherheitsrücklauf/Entleerung	R (A.-Gew.)	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	—	—	—
Sicherheitsrücklauf	PN 6 DN	—	—	—	—	—	—	50	50	50
Entleerung	R (A.-Gew.)	—	—	—	—	—	—	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Abgaskennwerte*2										
Temperatur (bei Kesselwassertemperatur von 60 °C)	°C	185	185	185	185	185	185	185	185	185
- bei Nenn-Wärmeleistung	°C	125	125	125	125	125	125	125	125	125
- bei Teillast	°C	195	195	195	195	195	195	195	195	195
Temperatur (bei Kesselwassertemperatur von 80 °C)	°C	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Massenstrom (bei Heizöl EL und Erdgas)	kg/h	136	177	220	287	379	480	582	683	775
- bei Nenn-Wärmeleistung	kg/h	81	106	132	172	227	288	349	410	465
- bei Teillast	kg/h	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Notwendiger Förderdruck	Pa/mbar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abgasstutzen	Außen-Ømm	180	180	200	200	200	200	250	250	250
Gasinhalt	m³	0,158	0,190	0,262	0,303	0,408	0,449	0,544	0,614	0,621
Brennkammer und Heizgaszüge	%	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bereitschaftsverlust bei Nenn-Wärmeleistung und Heizwassertemp. 75/60 °C	%	0,41	0,30	0,28	0,23	0,16	0,14	0,13	0,13	0,13

- CT Sediul este echipată cu 1 cazan VIESSMANN Rondomat de 160 kW care asigură agentul termic pentru încălzirea clădirii administrative și a anexelor tehnice din perimetrul sediului.

Pe lângă cazanele de apă caldă, în fiecare centrală termică există o serie de echipamente și instalații auxiliare, așa cum este prezentat în tabelele de mai jos.

Tab. 1.10. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 1

Nr. crt.	Reper	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul/PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	3 bc	Weissmann	Turbomat 2900 Kw	2000	5775 L
2	Arzător	3 bc	Weishaupt	G50/1-B 4000 Kw	2000	
3	Ventilator aer arzător	3 bc	Weishaupt	400V 9 Kw	2000	
4	Combustibil	1	EON GAZ	Gaz metan	2000	

5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă , 20 m	2000	
6	Pompă cazan	4 bc	Grundfos	Mb65 7.5 Kw	2000	
7	Pompă circulație Inc R1	1 bc	Grundfos	LPD 7.5 Kw	2000	
8	Pompă circulație Inc R2	1 bc	Grundfos	LPD 7.5 Kw	2000	
9	Pompă circulație Inc R3	1 bc	Grundfos	LPD 5.5 Kw	2000	
10	Pompă circulație Inc R4	1 bc	Grundfos	LPD 5.5 Kw	2000	
11	Pompă preparare acc	1 bc	Grundfos	TDP 100 2.2 Kw	2000	
12	Pompă circulație acc z(p+4)	1 bc	Grundfos	TDP 0.37 Kw	2000	
13	Pompă circulație acc z(p+10)	1 bc	Grundfos	UPSD 1 Kw	2000	
14	Schimbător căldură z(p+4)	1 bc	Vicarb	17 plăci	2000	
15	Schimbător căldură z(p+10)	1 bc	Vicarb	10 plăci	2000	
16	Hidromodul apa rece z(p+4)	1 bc	Grundfos	Hydro 2000 CR32 4x4	2000	4x4 Kw
17	Hidromodul apa rece z(p+10)	1 bc	Grundfos	Hydro 2000 CR 8 3x4	2000	3x4 Kw
18	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	2000	
19	Pompă apa adaos	1 bc	Grundfos	CH2 0.69 Kw	2000	
20	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	2000	
21	Vas expansiune	4 bc	CIM Italia	AFE 5000 L	2000	
22	Acumulator acc	4 bc	Tubal Buc.	OL 5000L	2000	
23	Modul ei-mag. de dedurizare	3 bc	FAR MING	RED OX 25 W	2000	
24	Unitate detecție av. în conducte	3 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	2000	
25	Contor en. termică în CT	1 sis		Sistem integrat XBS	2000	Neomologat
26	Contor en. termică la consumatori	63 bc	Sonlex	Supercal 437	2000	Acc și înc.
27	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	2000	
28	Contor energie electrică	2 bc	ABB	YFG 005040112	2000	
29	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	2603 m preizolata	2000	q =40W/m
30	Tabloul electric de forță	1 bc	KTEE Brașov	PI = 120 Kw	2000	
31	Tabloul de automatizare	1 bc	KTEE Brașov		2000	
32	Grup compensare energie reactivă	3 bc	PADO Iași		2000	
33	Servomotor acționare vane	12 bc	Honeywell	ML 16 W	2000	
34	Convertizor frecvență	5 bc	Honeywell	11 Kw	2000	
35	Aerotermă	2 bc		0.5 Kw	2000	
36	Corpuri iluminat	18 bc		LFA 40 W	2000	
37	Corpuri iluminat	20 bc		LFA 20 W	2000	
38	Prize elec. pentru consum propriu	10 bc		10 A, 220 V	2000	

Tab. 1.11. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 2

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	4 bc	Baltur	1100 Kw	1999	
2	Arzător	4 bc	Baltur	BGN 150 m3/h	1999	
3	Ventilator aer arzător	4 bc	Baltur	400V 3 Kw	1999	
4	Combustibil	1 bc	EON GAZ	Gaz metan	1999	
5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă , 20 m	1999	
6	Pompă cazan	3 bc	Salmson	LRC 2.2 Kw	1999	
7	Pompă circulație Inc R1	1 bc	Salmson	JRC 408 4 Kw	1999	
8	Pompă circulație Inc R2	1 bc	Salmson	JRC 412 4 Kw	1999	
9	Pompă preparare acc	1 bc	Salmson	JRC 415 9 Kw	1999	
10	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	21 plăci	1999	
11	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	21 plăci	1999	
12	Hidromodul apa rece	1 bc	Grundfos	7.5 Kw	1999	
13	Hidromodul apa rece	1 bc	Grundfos	5.5 KW	1999	
14	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	1999	
15	Pompă apa adaos	1 bc	Salmson	Starson 0.65 Kw	1999	

16	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	1999	
17	Vas expansiune	2bc	CIM Ital	5000 L	1999	
18	Modul el-mag. de dedurizare	1 bc	VULCAN	S 100, 8 W	1999	
19	Unitate detecție av. în conducte	2 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	1999	
20	Contor en. termică în CT	4 bc	Sontex	Supercal 437	1999	Acc și Inc.
21	Contor en. termică la consumatori	66 bc	Sontex	Supercal 437	1999	Acc și Inc.
22	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	1999	
23	Contori energie electrică	2 bc	AEM	I - 2CA43	1999	
24	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	2539 m preizolata	1999	q =40W/m
25	Tabloul electric de forță	1 bc	Duplex Buc.	PI = 95 Kw	1999	
26	Tabloul de automatizare	1 bc	Duplex Buc.		1999	
27	Grup compensare energie reactivă	1bc	PADO Iași		1999	
28	Servomotor acționare vane	9 bc	Landys	SQL 40 W	1999	
29	Ventilator aer	1 bc		1 Kw	1999	
30	Corpuri iluminat	15 bc		LFA 40 W	1999	
31	Corpuri iluminat	5 bc		LFA 20 W	1999	
32	Prize elec. pentru consum propriu	10 bc		10 A, 220 V	1999	

Tab. 1.12. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 3+6

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	3 bc	Weissmann	Turbomat 2900 Kw	2001	
2	Arzător	3 bc	Weishaupt	G50/1-B 4000 Kw	2001	
3	Ventilator aer arzător	3 bc	Weishaupt	400V, 9 Kw	2001	
4	Combustibil	1	EON GAZ	Gaz metan	2001	
5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă, 20 m	2001	
6	Pompă cazan	4 bc	Grundfos	Mb65 5.5 Kw	2001	
7	Pompă circulație Inc R1	1 bc	Grundfos	CMD 200 15 Kw	2001	
8	Pompă circulație Inc R2	1 bc	Grundfos	CMD 150 11 Kw	2001	
9	Pompă preparare acc	1 bc	Grundfos	CMD 200 5.5 Kw	2001	
10	Pompă circulație acc z(p+4)	1 bc	Grundfos	LPD 100 3 Kw	2001	
11	Pompă circulație acc z(p+10)	1 bc	Grundfos	UPSD 40 1.65 Kw	2001	
12	Schimbător căldură z(p+4)	1 bc	Vicarb	43 plăci	2001	
13	Schimbător căldură z(p+10)	1 bc	Vicarb	14 plăci	2001	
14	Hidromodul apa rece z(p+4)	1 bc	Grundfos	Hidro 2000 CR 64	2001	4x4 Kw
15	Hidromodul apa rece z(p+10)	1 bc	Grundfos	Hidro 2000 CR 8	2001	3x4 Kw
16	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	2001	
17	Pompă apă adaos	1 bc	Grundfos	CH4 1.69 Kw	2001	
18	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	2001	
19	Vas expansiune	1 bc	CIM Italia	AFE 5000 L	2001	
20	Acumulator acc	4 bc	Tubal Buc.	OL 5000L	2001	
21	Modul el-mag. de dedurizare	bc	FAR MING	RED OX 25 W	2001	
22	Unitate detecție av. în conducte	bc	CWA SW	CWA 900 11 W	2001	
23	Contor en. termică în CT	1 sis		Sistem integrat XBS	2001	Neomologat
24	Contor en. termică la consumatori	99 bc	Sontex	Supercal 437	2001	Acc și Inc.
25	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	2001	
26	Contori energie electrică	2 bc	ABB	YFG 005040112	2001	
27	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	4225 m preizolata	2001	q =40W/m
28	Tabloul electric de forță	1 bc	KTEE Brașov	PI = 120 Kw	2001	
29	Tabloul de automatizare	1 bc	KTEE Brașov		2001	
30	Grup compensare energie reactivă	3 bc	PADO Iași		2001	
31	Servomotor acționare vane	bc	Honeywell	ML 16 W	2001	
32	Convertizor frecvență	4 bc	Honeywell	11 Kw	2001	

33	Corpuri iluminat	9 bc		LFA 40 W	2001	
34	Corpuri iluminat	3 bc		LFA 20 W	2001	
35	Prize elec. pentru consum propriu	8 bc		10 A, 220 V	2001	

Tab. 1.13. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 4

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	3 bc	CHAPE	CX HR2 2900 Kw	1998	
2	Arzător	3 bc	SICMA	RAG GS 380	1998	
3	Ventilator aer arzător	3 bc	SICMA	CICH/02 7.5 Kw	1998	
4	Combustibil	1 bc	EON GAZ	Gaz metan	1998	
5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă , 20 m	1998	
6	Pompă cazan	3 bc	Salmson	LRL 412 4 Kw	1998	
7	Pompă circulație inc R1	1 bc	Salmson	RA 2500 3 Kw	1998	
8	Pompă circulație inc R2	1 bc	Salmson	JRC 415 9 KW	1998	
9	Pompă circulație inc R3	1 bc	Salmson	JRC 412 2 Kw	1998	
10	Pompă circulație inc R4	1 bc	Salmson	RA 2500 2 Kw	1998	
11	Pompă circulație inc R5	1 bc	Salmson	DCX 80 1.53 Kw	1998	
12	Pompă preparare acc z(p+4)	1 bc	Salmson	JRC 415 9 Kw	1998	
13	Pompă preparare acc z(p+10)	1 bc	Salmson	JRC 408 4 Kw	1998	
14	Schimbător căldură z(p+4)	1 bc	Vicarb	23 plăci	1998	
15	Schimbător căldură z(p+10)	1 bc	Vicarb	15 plăci	1998	
16	Hidromodul apa rece	1 bc	Villo	MVI 1606 4X4	1998	4x4 Kw
17	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	1998	
18	Pompă apa adaos	1 bc	Salmson	Starson 1-T/C 0.65Kw	1998	
19	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	1998	
20	Vas expansiune	4 bc	CIMM Ital	5000L	1998	
21	Vas hidrofor	1 bc	ICMAB	OL 5000L	1998	
22	Vas tampon	1bc	ICMAB	OL 2000L	1998	
23	Unitate detecție av. în conducte	4 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	1998	
24	Contor en. termică în CT	10 bc	Slumberger	CF50	1998	
25	Contor en. termică la consumatori	84 bc	Sontex	Supercal 437	1998	Acc și Inc.
26	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	2000	
27	Contori energie electrică	2 bc	AEE	TR CA 43	1998	
28	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	4813 m preizolată	1998	q =40W/m
29	Tabloul electric de forță	1 bc	Duplex Buc.	PI = 120 Kw	1998	
30	Tabloul de automatizare	1 bc	Duplex Buc.		1998	
31	Grup compensare energie reactivă	1 bc	PADO Iași		1998	
32	Servomotor acționare vane	13 bc	Landys	SQL 32,33 20 W	1998	
33	Convertizor frecvență	1 bc	Honeywell	7.5 Kw	2006	
34	Corpuri iluminat	17 bc		LFA 40 W	1998	
35	Prize elec. pentru consum propriu	9 bc		10 A, 220 V	1998	

Tab. 1.14. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 5

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	2 bc	Ygnis	Pyronox LD 6000 Kw	2002	
2	Arzător	2 bc	Ygnis	EK 8700 G-RU	2002	
3	Ventilator aer arzător	2 bc	Ygnis	9 Kw	2002	
4	Cazan apă caldă	1 bc	Ygnis	Pyronox LR 2150 Kw	2002	
5	Arzător	1 bc	Ygnis	EK 5280 G-RU	2002	
6	Ventilator aer arzător	1 bc	Ygnis	3 Kw	2002	

7	Post TRAFEO	1 bc	RIHAL	1000 KVA	2002	
8	LES 20 KV	1 bc	Pirelli	3 x1x95 1000 m	2002	
9	Combustibil	1bc	EON GAZ	Gaz metan	2002	
10	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă , 20 m	2002	
11	Pompă cazan	3 bc	Grundfos	CLM 150 7.5 Kw	2002	
12	Pompă circulație Inc	2 bc	Grundfos	LP 100 18 Kw	2002	
13	Substații scara	30 bc	Pro Energy	Model: Kw	2002	
14	Hidromodul apa rece	1 bc	Grundfos	Hydro 2000 CRE 32	2002	4x4 Kw
15	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2 x 30 m3	2002	
16	Pompă apa adaos	1 bc	Grundfos	CH4 1.36 Kw	2002	
17	Vas apă adaos	2 bc	R.A.G.C.L	5000 L	2002	
18	Vas expansiune	2 bc	VAREM	5000 L	2002	
19	Unitate detecție av. în conducte	3 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	2002	
20	Contor en. termică în CT	1bc	Slumberger	CF 50	2002	
21	Contor en. termică în CT	1bc	Siemens		2002	
22	Contor en. termică la consumatori	74 bc	Siemens		2002	Acc și Inc.
23	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	2002	
24	Contori energie electrică CT	1bc	AEM	ISKRA, MT 300	2002	
25	Contori energie electrică hidrofor	1bc	ABB	VFG	2002	
26	Contori energie electrică cogen.	1bc	Siemens		2002	
27	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	3319 m preizolată	2002	q =40W/m
28	Tabloul electric de forță	1 bc	KTEE Brașov	PI = 700 Kw	2002	
29	Tabloul de automatizare	1 bc	KTEE Brașov		2002	
30	Servomotor acționare vane	7 BC	Siemens	SKC 62	2002	
31	Convertizor frecvență	1 bc	Honeywell	19 Kw	2002	
32	Aerotermă	2 bc	WOLF	LH63 3 kW	2002	
33	Corpuri iluminat LFA 40W	22		2X40W	2002	
34	Prize elec. pentru consum propriu	8 bc		230V	2002	

Tab. 1.15. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 7

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	3 bc	CHAPE	CX HR2 2900 Kw	1998	
2	Arzător	3 bc	SICMA	RAG GS 380	1998	
3	Ventilator aer arzător	3 bc	SICMA	Cich 02 7.5 Kw	1998	
4	Combustibil	1	EON GAZ	Gaz metan	1998	
5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă , 20 m	1998	
6	Pompă cazan	3 bc	Salmson	LRL 412 4 Kw	1998	
7	Pompă circulație Inc R1	1 bc	Grundfos	LP 100 18 Kw	1998	
8	Pompă circulație Inc R2	1 bc	Salmson	JRC 412 4 kw	1998	
9	Pompă circulație Inc R3	1 bc	Salmson	JRC 412 4 Kw	1998	
10	Pompă circulație Inc R4	1 bc	Salmson	JRC 408 3 Kw	1998	
11	Pompă preparare acc	1 bc	Salmson	JRC 416 9 Kw	1998	
12	Pompă circulație acc	1 bc	Salmson	JRC 208 7.5 Kw	1998	
13	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	37 plăci	1998	
14	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	37 plăci	1998	
15	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	1998	
16	Pompă apa adaos	1 bc	Salmson	Starson 1-T/C 0.65Kw	1998	
17	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	1998	
18	Vas expansiune	1 bc	CIMM Ital	5000 L	1998	
19	Vas expansiune	1 bc	Salmson	5000 L	1998	
20	Unitate detecție av. în conducte	4 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	1998	
21	Contor en. termică în CT	8 bc	Slumberger	CF50	1998	

22	Contor en. termică la consumatori	126 bc	Sontex	Supercal 437	1998	Acc și Inc.
23	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	2000	
24	Contori energie electrică	2 bc	AEE	TR CA 43	1998	
25	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	4857 m preizolată	1998	q = 40W/m
26	Tabloul electric de forță	2 bc	Duplex Buc.	PI = 150 Kw	1998	
27	Tabloul de automatizare	1 bc	Duplex Buc.		1998	
28	Grup compensare energie reactivă	1 bc	PADO Iași		1998	
29	Servomotor acționare vane	8 bc	Landys	SQL 32,33 20 W	1998	
30	Convertizor frecvență	1 bc		19 Kw	2006	
31	Corpuri iluminate	26 bc		LFA 40 W	1998	
32	Corpuri iluminate	48 bc		LFA 20 W	1998	
33	Prize elec. pentru consum propriu	5 bc		10 A, 220 V	1998	

Tab. 1.16. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 8

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	3 bc	CHAPE	CX HR2 2900 Kw	1998	
2	Arzător	3 bc	SICMA	RAG GS 380	1998	
3	Ventilator aer arzător	3 bc	SICMA	CICH/02 7.5 Kw	1998	
4	Combustibil	1 bc	EON GAZ	Gaz metan	1998	
5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L.	Căramidă, 20 m	1998	
6	Pompă cazan	3 bc	Salmonson	LRL 210 4 Kw	1998	
7	Pompă circulație Inc R1	1 bc	Salmonson	JRC 412 4 kw	1998	
8	Pompă circulație Inc R2	1 bc	Salmonson	JRC 412 4 kw	1998	
9	Pompă circulație Inc R3	1 bc	Salmonson	JRC 408 4 Kw	1998	
10	Pompă circulație Inc R4	1 bc	Salmonson	DCX 65 1.47 Kw	1988	
11	Pompă preparare acc	1 bc	Salmonson	JRC 415 9 Kw	1998	
12	Pompă circulație acc	1 bc	Salmonson	JRC 210 7.5 Kw	1998	
13	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	25 plăci	1998	
14	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	25 plăci	1998	
15	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	1998	
16	Pompă apa adaos	1 bc	Salmonson	Starson 1-T/C 0.65Kw	1998	
17	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L.	5000 L	1998	
18	Vas expansiune	2 bc	CIMM Ital	5000 L	1998	
19	Modul el-mag. de dedurizare	1 bc	Wasserlech	12 V 10W	1998	
20	Unitate detecție av. în conducte	4 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	1998	
21	Contor en. termică în CT	8 bc	Slumberger	CF50	1998	
22	Contor en. termică la consumatori	70 bc	Sontex	Supercal 437	1998	Acc și Inc.
23	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	2000	
24	Contori energie electrică	2 bc	AEE	TR CA 43	1998	
25	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	2957 m preizolată	1998	q = 40W/m
26	Tabloul electric de forță	1 bc	Duplex Buc.	PI = 120 Kw	1998	
27	Tabloul de automatizare	1 bc	Duplex Buc.		1998	
28	Grup compensare energie reactivă	1 bc	PADO Iași		1998	
29	Servomotor acționare vane	11 bc	Landys	SQL 32,33 20 W	1998	
30	Corpuri iluminate	22 bc		LFA 40 W	1998	
31	Prize elec. pentru consum propriu	7 bc		10 A, 220 V	1998	

Tab. 1.17. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 9

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	3 bc	CHAPE	CX HR2 2900 Kw	1998	

2	Arzător	3 bc	SICMA	RAG GS 380	1998	
3	Ventilator aer arzător	3 bc	Salmson	CICH/02 7.5 Kw	1998	
4	Combustibil	1bc	EON GAZ	Gaz metan	1998	
5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă , 20 m	1998	
6	Pompă cazan	3 bc	Salmson	LRL 210 4 Kw	1998	
7	Pompă circulație inc R1	1 bc	Salmson	JRC 412 4 Kw	1998	
8	Pompă circulație inc R2	1 bc	Salmson	DX 2801 2.6 Kw	1998	
9	Pompă circulație inc R3	1 bc	Salmson	JRC 408 3 Kw	1998	
10	Pompă circulație inc R4	1 bc	Salmson	JRC 412 4 Kw	1998	
11	Pompă preparare acc	1 bc	Salmson	JRC 412 7.5 Kw	1998	
12	Pompă circulație acc	1 bc	Salmson	JRC 208 7.5 Kw	1998	
13	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	37 plăci	1998	
14	Schimbător căldură	1 bc	Vicarb	37 plăci	1998	
15	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	1998	
16	Pompă apa adaos	1 bc	Salmson	Starson 1-T/C 0.65Kw	1998	
17	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	1998	
18	Vas expansiune	2 bc	CIMM Ital	5000 L	1998	
19	Modul el-mag. de dedurizare	1 bc	Wassertech	12 V 10W	1998	
20	Unitate detecție av. în conducte	3 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	1998	
21	Contor en. termică în CT	8 bc	Slumberger	CF50	1998	
22	Contor en. termică la consumatori	82 bc	Sontex	Supercal 437	1998	Aco și înc.
23	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Pașcani	SMG 1.1 2000	2000	
24	Contori energie electrică	2 bc	AEE	TR CA 43	1998	
25	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	3218 m preizolată	1998	q =40W/m
26	Tabloul electric de forță	1 bc	Duplex Buc.	PI = 120 Kw	1998	
27	Tabloul de automatizare	1 bc	Duplex Buc.		1998	
28	Grup compensare energie reactivă	1 bc	PADO Iași		1998	
29	Servomotor acționare vane	11 bc	Landys	SQL 32,33 20 W	1998	
30	Corpuri iluminat	22 bc		LFA 40 W	1998	
31	Priza elec. pentru consum propriu	6 bc		10 A, 220 V	1998	

Tab. 1.18. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 10

Nr. crt.	Reper	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs
1	Cazan apă caldă	3 bc	Weissmann	Paromat 1900 Kw	2000	
2	Arzător	3 bc	Weishaupt	G9 4000 Kw	2000	
3	Ventilator aer arzător	3 bc	Weishaupt	400V 9 Kw	2000	
4	Combustibil	1 bc	EON GAZ	Gaz metan	2000	
5	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă , 20 m	2000	
6	Pompă cazan	4 bc	Grundfos	MB 50-125 4Kw	2000	
7	Pompă circulație inc R1	1 bc	Grundfos	CDM 150-242 7,5Kw	2000	
8	Pompă circulație inc R2	1 bc	Grundfos	LPD 100-125 4Kw	2000	
9	Pompă circulație inc R3	1 bc	Grundfos	LPD100-125 4Kw	2000	
10	Pompă preparare acc	1 bc	Grundfos	LMD 100-200 3Kw	2000	
11	Pompă circulație acc	1 bc	Grundfos	UPS 50-180 3Kw	2000	
12	Schimbător căldură	1 bc	VICARB	37 plăci	2000	
13	Hidromodul apă rece	1 bc	Grundfos	Hydro 2000 CR32 4x4	2000	4x5,5 Kw
14	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	2000	
15	Pompă apa adaos	1 bc	Grundfos	CH2 0.89 Kw	2000	
16	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	2000	
17	Vas expansiune	4 bc	CIMM Ital	5000 L	2000	
18	Acumulator acc	4 bc	Tubal Buc.	OL 5000L	2000	

19	Modul el-mag. de dedurizare	3 bc	FAR MING	RED OX 25 W	2000	
20	Unitate detecție av. în conducte	3 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	2000	
21	Contor en. termică în CT	1 sis	KTAE	Sistem Integrat XBS	2000	Neomologat
22	Contor en. termică la consumatori	83 bc	Sontex	Supercal 437	2000	Acc și Inc.
23	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Paș.	SMG 1.1 2000	2000	
24	Contori energie electrică	2 bc	ABB	YFG 005040112	2000	
25	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	2908 m preizolată	2000	q = 40W/m
26	Tabloul electric de forță	1 bc	KTEE Braș	PI = 90 Kw	2000	
27	Tabloul de automatizare	1 bc	KTEE Braș		2000	
28	Grup compensare energie reactivă	3 bc	PADO Iași		2000	
29	Servomotor acționare vane	12 bc	Honeywell	ML 16 W	2000	
30	Convertizor frecvență	5 bc	Honeywell	11 Kw	2000	
31	Corpuri iluminate	13 bc		LFA 40 W	2000	
32	Corpuri iluminate	3 bc		LFA 20 W	2000	
33	Prize elec. pentru consum propriu	4 bc		10 A, 220 V	2000	
34	Laborator Metrologic	1bc		PI = 13 Kwe	2000	

Tab. 1.19. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 11

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	2 bc	Weissmann	VITOPLEX 1000 Kw	2001	
2	Arzător	2 bc	Welshaupt	G9 4000 Kw	2001	
3	Ventilator aer arzător	2 bc	Welshaupt	400V 6.5Kw	2001	
4	Cazan apă caldă	2 bc	Weissmann	VITOMAX 2000 Kw	2001	
5	Arzător	2 bc	Welshaupt	G10 4100 Kw	2001	
6	Ventilator aer arzător	2 bc	Welshaupt	400V 9 Kw	2001	
7	Combustibil	1 bc	EON GAZ	Gaz metan	2001	
8	Cos fum	1 bc	R.A.G.C.L	Căramidă, 20 m	2001	
9	Pompă cazan	2 bc	WILLO	BN 125/250-7.5Kw	2001	
10	Pompă cazan	2 bc	WILLO	IPN 100/160-7.5Kw	2001	
11	Pompă circulație Inc R1	1 bc	WILLO	DL80/170-15 Kw	2001	
12	Pompă circulație Inc R2	1 bc	WILLO	DPN 100/224-4Kw	2001	
13	Pompă circulație Inc R3	1 bc	WILLO	DL 80/160-11Kw	2001	
14	Pompă preparare acc z(p+4)	1 bc	WILLO	TOP-SD 80 1.67 Kw	2001	
15	Pompă circulație z(p+4)	1 bc	WILLO	TOP-SD 50 0.88Kw	2001	
16	Pompă preparare acc z(p+10)	1 bc	WILLO	DPN 125/200-4Kw	2001	
17	Pompă circulație acc z(p+10)	1 bc	WILLO	DPL 80/115-2.2Kw	2001	
18	Schimbător căldură z(p+4)	1 bc	Vicarb	65 placi	2001	
19	Schimbător căldură Z(P+10)	1 bc	Vicarb	39 placi	2001	
20	Stație tratare apă adaos	1 bc	Nobel	2x10 m3	2001	
21	Pompă apă adaos	1 bc	WILLO	CH2 0.69 Kw	2001	
22	Vas apă adaos	1 bc	R.A.G.C.L	5000 L	2001	
23	Vas expansiune	2 bc	REFLEX	5000 L	2001	
24	Modul expansiune	1 bc	REFLEX	Variomat/VG	2001	
25	Acumulator acc	5 bc	Tubal Buc.	OL 5000L	2001	
26	Hidromodul apă rece	1 bc	WILLO	MVI 1604 3x2.5 kW	2001	
27	Hidromodul apă rece	1bc	WILLO	MHI 3204 -4x7.5 kW	2001	
28	Modul el-mag. de dedurizare	3 bc	FAR MING	RED OX 25 W	2001	
29	Unitate detecție av. în conducte	2 bc	CWA SW	CWA 900 11 W	2001	
30	Contor en. termică în CT	1 sis		Sistem Integrat XBS	2001	Neomologat
31	Contor en. termică la consumatori	44 bc	Sontex	Supercal 437	2001	Acc și Inc.
32	Sistem de măsură combustibil	1 bc	ACK Paș.	SMG 1.1 2000	2001	

33	Contori energie electrică	2 bc	ABB	YFG 005040112	2001	
34	Rețeaua de transport și distribuție	1 bc	Locstor DK	2968 m preizolata	2001	q = 40W/m
35	Tablouri electric de forță	1 bc	KTEE Brașov	PI = 120 Kw	2001	
36	Tablouri de automatizare	1 bc	KTEE Brașov		2001	
37	Grup compensare energie reactivă	3 bc	PADO Iași		2001	
38	Servomotor acționare vane	12 bc	Honeywell	ML 16 W	2001	
39	Convertizor frecvență	5 bc	Honeywell	18 Kw	2001	
40	Corpuri iluminat	16 bc		LFA 40 W	2001	
41	Corpuri iluminat	6 bc		LFA 20 W	2001	
42	Prize elec. pentru consum propriu	10 bc		10 A, 220 V	2001	

Tab. 1.20. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT 12

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	2 bc	Paromat	Simplex 405 kW	2000	
2	Arzător	2 bc	Weishaupt	WG 40N/1-A	2000	
3	Böiler apa calda	2 bc			2000	
4	Vas expansiune	2 bc	Varem	700l	2000	
5	Pompa circulație ACC	2 bc	Grundfos	UFS25-80H	2000	

Tab. 1.21. Caracteristici tehnice ale echipamentelor din CT Sediu

Nr. crt.	Repere	U.M.	Producător	Specificații tehnice	Anul PIF	Obs.
1	Cazan apă caldă	1 bc	Weissmann	Rondomat 160kW	2000	
3	Böiler apa calda	1 bc		5000l	2000	
5	Pompa circulație ACC	1 bc	Grundfos	UFS25-80H	2000	

1.4.2 Mijloace de transport auto

Parcul auto propriu al RAGCL Pașcani cuprinde mijloacele de transport de mare capacitate (autobuze) destinate serviciului de transport public de persoane, precum și câteva autovehicule rutiere de capacitate mică (inclusiv autoturisme), destinate activităților curente ale personalului regiei. Componenta parcului auto și principalele caracteristici ale mijloacelor de transport sunt prezentate în tabelul de mai jos.

Tab. 1.22. Inventarul parcului auto al RAGCL Pașcani

Nr. crt.	Tip autovehicul	Anul fab.	Combustibil	Capacitate cilindrică (mc)	km efectuați anual	Consum specific (l/100km)	Total Motorină (litri)	Total Benzină (litri)
1	Dacia pick-up	2002	Benzină	1557	12310	9	-	1132
2	Dacia berlina	2004	Benzină	1397	9917	9	-	834
3	Dacia logan	2008	Benzină	1598	13462	9	-	1169
4	Hyundai	2000	Motorină	2476	18588	11	1957	-
5	Volkswagen	1989	Motorină	1588	9828	11	1104	-
6	Autoutilitară MAN	2001	Motorină	4580	3922	28	845	-
7	Autobuz Steyr	1993	Motorină	9603	26476	35	9308	-
8	Autobuz Setra	1994	Motorină	11967	30254	35	10771	-
9	Autobuz Onf	1995	Motorină	11967	32409	36	11722	-
10	Autobuz Mercedes	1997	Motorină	11967	33354	35	12016	-
11	Autobuz Setra	1994	Motorină	11967	30127	35	10645	-

12	Autobuz Setra	1994	Motorină	11967	35747	35	12718
13	Autobuz Setra	1993	Motorină	15078	28950	38	12248



Fig. 1.18. Mijloace de transport în comun – RAGCL Pașcani

CAP. 2. ECUAȚII DE BILANȚ. BREVIAR DE CALCUL

Bilanțul termooenergetic are ca scop contabilizarea fluxurilor de energie termică tranzitate prin intermediul centralelor termice către consumatorii termici urbani și industriali.

Transportul și distribuția căldurii se face sub formă de apă caldă produsă în schimbătoarele de căldură din centrale, pe baza agentului termic din circuitul primar al cazanelor.

Conținutul de căldură al fluidelor din contururile de bilanț se calculează ca produs între cantitatea de masă care trece prin punctul considerat și entalpia fluidului în același punct. Entalpia se găsește în tabele sau se calculează cu ajutorul relațiilor analitice specifice date în manualele de specialitate.

Fluidele transportate prin conducte sunt fluide calde; pentru aceste fluide se pune problema menținerii temperaturii fluidului transportat, respectiv a reducerii pierderii de temperatură și de masă către mediul ambiant, având în vedere faptul că pentru aducerea fluidelor la temperaturile de transport se consumă cantități mari de combustibil.

Calculul conductelor de distribuție se efectuează din punctul de vedere al schimbului de căldură dintre fluidul transportat și mediul ambiant.

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

2.1. Breviar de calcul termic pentru cazane de apă caldă

Pentru întocmirea bilanțului real al cazanelor, acestea au fost pornite și aduse la un regim stabilizat de funcționare, corespunzător sarcinii nominale, precum și unor nivele de încărcare parțială. În aceste regimuri s-au măsurat:

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

Din analiza rezultatelor măsurărilor s-a putut aprecia faptul că, pentru regimurile caracteristice considerate, compoziția gazelor de ardere și temperatura acestora prezintă diferențe de la un regim la altul.

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

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

La baza calculelor stă ecuația de bilanț, de forma:

$$\sum Q_i = \sum Q_e$$

unde:

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

2.1.1. Calculul fluxurilor termice la intrare

Fluxurile termice intrate în cazan sunt reprezentate de:

➤ **Căldura introdusă cu combustibilul:**

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

unde B este consumul de combustibil, în Nm^3/h , iar q este puterea calorifică a combustibilului, în kJ/Nm^3 ;

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

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

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

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

Volumul teoretic de aer de ardere rezultă din ecuația stoechiometrică a arderii combustibilului, care pentru gaz metan are expresia:



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

Tab. 2.1. Ecuații de ardere a gazului metan

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

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

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

unde $22,42 \text{ Nm}^3/\text{kmol}$ reprezintă volumul normal al unui kilomol. Cu această valoare a numărului de kilomoli de gaz metan consumat, tabelul anterior capătă forma 2.2.

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

$$V_a^0 = (2 n_B O_2 + 7,527 n_B N_2) \cdot 22,42 \text{ [Nm}^3/\text{h]}$$

iar volumul real de aer de ardere, cu un coeficient de exces α , este:

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

Tab. 2.2. Ecuatii de ardere funcție de consumul orar de combustibil

$\alpha = 1$	$n_B CH_4 + 2 n_B O_2 + 7,577 n_B N_2 = n_B CO_2 + 2 n_B H_2O + 7,577 n_B N_2$
$\alpha = 1,1$	$n_B CH_4 + 2,2 n_B O_2 + 8,335 n_B N_2 = n_B CO_2 + 2 n_B H_2O + 8,335 n_B N_2 + 0,2 n_B O_2$
$\alpha = 1,2$	$n_B CH_4 + 2,4 n_B O_2 + 9,093 n_B N_2 = n_B CO_2 + 2 n_B H_2O + 9,093 n_B N_2 + 0,4 n_B O_2$

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

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

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

Fluxurile termice de la ieșire sunt reprezentate de:

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

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

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

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

- ❖ Pierderi de căldură determinate de căldura conținută de gazele de ardere la ieșirea din încălzitor:

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

Volumul real de gaze de ardere uscate, V_{gu} , se determină înmulțind membrul al doilea din tabelul 5.2, pentru coeficientul de exces calculat, cu 22,42; se obține volumul real în Nm³/h.

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

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

unde:

- c_{CO_2} – căldura specifică a dioxidului de carbon, în kJ/Nm³·°C;
- c_{H_2O} – căldura specifică a vaporilor de apă, în kJ/Nm³·°C;
- c_{N_2} – căldura specifică a azotului, în kJ/Nm³·°C;
- c_{O_2} – căldura specifică a oxigenului, în kJ/Nm³·°C;
- r – căldura latentă de vaporizare a apei, în kJ/Nm³.

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

În tab. 2.3 se prezintă căldurile specifice ale principalelor componente din gazele de ardere, funcție de temperatură.

Tab. 2.3. Călduri specifice

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

- ❖ Pierderile de căldură prin pereții cazanului, Q_p , se compun din pierderile de căldură prin convecție, Q_{pc} și prin radiație, Q_{pr} . Pierderile de căldură prin convecție se determină cu relația :

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

unde:

S_i este suprafața peretelui considerat, în m²;

α_i este coeficientul de transmisie a căldurii, prin convecție naturală, de la perete la aerul înconjurător, în W/m²·°C;

t_{pi} este temperatura peretelui, în °C;

t_0 este temperatura aerului ambiant, în °C.

Pentru determinarea acestor pierderi, se procedează în modul următor:

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

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

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

unde l este dimensiunea geometrică determinantă, [m], iar λ este coeficientul de conductibilitate termică al fluidului [W/m·°C], la temperatura sa medie:

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

unde:

- t_{pi} este temperatura peretelui pe fața exterioară;
- t_0 este temperatura aerului ambiant.

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

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

unde valorile lui C și n se determină funcție de produsul $(Gr \cdot Pr)$, conform tabelului 2.4, iar:

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

unde:

Gr – numărul lui Grasshoff, mărime adimensională;

Pr – numărul lui Prandtl, mărime adimensională, determinată pentru aer, funcție de temperatura lui medie;

β – coeficientul de dilatare volumică al aerului, în $1/^\circ\text{C}$;

g – accelerația gravitațională, în m/s^2 ;

ν – vâscozitatea cinematică a aerului, în m^2/s .

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

Tab. 2.4. Valorile lui C și n

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

Pierderile de căldură prin radiație se determină cu relația:

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

în care:

C_0 – coeficientul de radiație al corpului negru absolut, $C_0 = 5,76 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$;

ε – factorul energetic de emisie al corpului radiant;

T_p – temperatura absolută a suprafeței exterioare;

T_a – temperatura absolută a aerului ambiant.

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

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

$$\eta_b = \frac{Q_{ac}}{Q_c + Q_a + Q_{al}}$$

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

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

2.2. Breviar de calcul termic pentru conductele de apă caldă

2.2.1 Expresia generală a pierderii de căldură

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

$$\Delta Q = q(1 + \beta)L = \frac{t_a - t_0}{R}(1 + \beta)L, [W] \quad (2.18)$$

unde:

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

t_a – temperatura apei din conductă, în $[^{\circ}C]$;

t_0 – temperatura mediului înconjurător, în $[^{\circ}C]$;

R – rezistența termică la trecerea căldurii de la t_a la t_0 , în $[m \cdot h \cdot ^{\circ}C/kcal]$;

β – coeficient care ia în considerație pierderile de căldură prin armături și elementele de conductă neizolate;

L – lungimea conductei, în $[m]$.

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

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

2.2.2 Calculul pierderii de căldură la conductele aeriene

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

$$\Delta Q = \pi d_e \alpha_e (t_a - t_0)(1 + \beta)L, [W] \quad (2.19)$$

în care:

α_e – este coeficientul de convecție stabilit cu relația empirică :

$$\alpha_e = 8 + 0,04t_a + 6\sqrt{w}, [W/m^2 \cdot ^{\circ}C] \quad (2.20)$$

t_a – temperatura suprafeței exterioare a conductei, în $[^{\circ}C]$;

d_e – diametrul exterior al conductei, în $[m]$;

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

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

Pentru conductele izolate cu un singur strat, pierderea de căldură exprimată în relația (2.19) capătă forma:

$$\Delta Q = \frac{t_a - t_0}{R_{ix} + R_e}(1 + \beta)L = \frac{t_a - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda_{ix}} \ln \frac{d_{ix}}{d_c} + \frac{1}{\pi d_{ix} \alpha_e}}(1 + \beta)L, [W] \quad (2.21)$$

unde:

R_{iz} - rezistența termică a izolației, în $[m^{\circ}C/W]$;

R_e - rezistența termică de convecție la aerul exterior, în $[m^{\circ}C/kcal]$;

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

d_{iz} - diametrul exterior al conductei izolate, în $[m]$;

Temperatura la suprafața izolației se poate calcula cu relația:

$$t_e = \frac{t_a R_e + t_0 R_{iz}}{R_e + R_{iz}}, [^{\circ}C] \quad (2.22)$$

În cazul izolației formate din mai multe straturi, în formulă trebuie introduse rezistențele termice ale acestora. Pentru calculul pierderilor de căldură pe tronsoanele de conducte preizolate pozate aerian, unde au fost incluse în calcul rezistențele tuturor straturilor de material ale conductei, situate pe direcția fluxului termic de la interior (t_a) la exterior (t_0), respectiv:

- R_p , rezistența termică a peretelui conductei;
- R_{iz} , rezistența termică a materialului izolației termice;
- R_{sp} , rezistența termică a materialului stratului de protecție;
- R_e , rezistența termică de convecție de la suprafața stratului de protecție, care se determină cu următoarele relații de calcul:

$$R_p = \frac{1}{2\pi\lambda_p} \ln \frac{d_e}{d_{int}}, [m^{\circ}C/W] \quad (2.23);$$

$$R_{iz} = \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_e}, [m^{\circ}C/W] \quad (2.24);$$

$$R_{sp} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sp}} \ln \frac{d_{sp}}{d_{iz}}, [m^{\circ}C/W] \quad (2.25);$$

$$R_e = \frac{1}{\pi d_{sp} \alpha_e}, [m^{\circ}C/W] \quad (2.26).$$

unde:

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

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

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

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

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

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

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

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

Relația (2.21) capătă forma finală (utilizată în calculele pierderilor pentru tronsoanele de conductă aeriene din prezenta lucrare):

$$\Delta Q = \frac{t_a - t_0}{R_p + R_{iz} + R_{sp} + R_e} (1 + \beta) L = \frac{t_a - t_0}{\frac{1}{2\pi\lambda_p} \ln \frac{d_e}{d_{int}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_e} + \frac{1}{2\pi\lambda_{sp}} \ln \frac{d_{sp}}{d_{iz}} + \frac{1}{\pi d_{sp} \alpha_e}} (1 + \beta) L, [W] \quad (2.27)$$

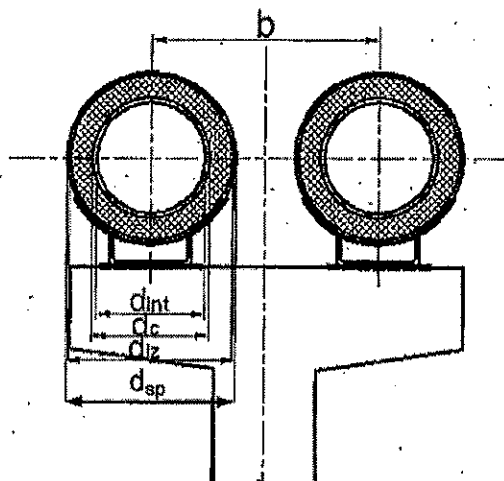


Fig. 2.1. Secțiune transversală de conducte preizolate pozate aerian

2.2.3 Calculul pierderii de căldură la conductele subterane așezate în canale

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

$$q = \frac{t_a - t_0}{R} = \frac{t_a - t_0}{R_{iz} + R_e + R_{can}^i + R_{can} + R_{sol}}, [W/m] \quad (2.28)$$

unde:

$$R_{iz} = \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_i}; R_e = \frac{1}{\pi d_e \alpha_e}; R_{can}^i = \frac{1}{\pi D_e^e \alpha_e}; R_{can} = \frac{1}{2\pi\lambda_{can}} \ln \frac{D_e^e}{D_i^e}; \quad (2.29)$$

$$R_{sol} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sol}} \ln \frac{4h}{D_e^e}, \text{ dacă } \frac{h}{D_e^e} \geq 2,5 \text{ sau } R_{sol} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sol}} \ln \left(\frac{2h_{tr}}{D_e^e} + \sqrt{\left(\frac{2h_{tr}}{D_e^e} \right)^2 - 1} \right), \text{ dacă } \frac{h}{D_e^e} > 2,5 \quad (2.30)$$

$$\text{unde } h_{tr} = h + \frac{\lambda_{sol}}{\alpha_{s-a}}$$

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

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

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

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

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

$$D^e = \frac{4S}{P} [m] \quad (2.31)$$

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

P - perimetrul secțiunii, în $[m]$;

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

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

Conductivitatea termică a solului λ_{sol} depinde de natura, umiditatea și temperatura terenului. În tab. 2.5 se indică o serie de valori pentru λ_{sol} .

În calculele uzuale, folosite în situațiile în care nu se cunosc cu exactitate și în totalitate dimensiunile de execuție ale canalelor termice, se utilizează o expresie similară cu cea din relația (2.25), în care R_s este rezistența termică de convecție de la suprafața conductei la aerul din canal/subsol, în $m^2 \cdot ^\circ C/W$, iar $t_0 = t_c$ reprezintă temperatura aerului din canalul termic, care poate fi stabilită cu relații de forma (2.29) și (2.31), sau poate fi determinată ca valoare medie pe baza măsurărilor.

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

$$(1 + \beta) \frac{t_a - t_c}{R_1} = \frac{t_c - t_0}{R_0}, \text{ de unde } t_c = \frac{\frac{t_a}{R_1} + \frac{t_0}{(1 + \beta)R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{(1 + \beta)R_0}} [^\circ C], \quad (2.32)$$

în care:

t_c este temperatura aerului din canal, în $[^\circ C]$;

t_0 este temperatura aerului din mediul înconjurător, în $[^\circ C]$;

β - coeficientul pierderilor suplimentare de căldură;

$R_1 = R_{te} + R_s$ este rezistența termică totală a conductei, între temperaturile t_a și t_c , în $[m \cdot h \cdot ^\circ C/kcal]$;

$R_0 = R'_{can} + R_{can} + R_{sol}$ este rezistența termică totală a canalului, între temperaturile t_c și t_0 , în $[m \cdot h \cdot ^\circ C/kcal]$.

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

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

$$(1 + \beta)(q_1 + q_2 + \dots + q_n) = q_{can} \text{ sau } \frac{t_1 - t_c}{R_1} + \frac{t_2 - t_c}{R_2} + \dots + \frac{t_n - t_c}{R_n} = \frac{t_c - t_0}{(1 + \beta)R_0} \quad (2.33)$$

de unde se obține expresia temperaturii aerului din canal t_c .

$$t_c = \frac{\frac{t_1}{R_1} + \frac{t_2}{R_2} + \dots + \frac{t_n}{R_n} + \frac{t_0}{(1+\beta)R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} + \frac{1}{(1+\beta)R_0}} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2.34)$$

unde:

$t_1, t_2, \dots, t_n$ sunt temperaturile agenților termici transportați, în $[^{\circ}\text{C}]$;

$R_1, R_2, \dots, R_n$ – rezistențele termice totale ale conductelor între temperatura agentului termic și temperatura aerului din canal, în $[\text{m}^{\circ}\text{C}/\text{W}]$.

R_0 și t_0 au aceeași semnificație ca în relația (2.32).

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

$$\Delta Q_i = q_i(1+\beta)L = \frac{t_i - t_c}{R_i}(1+\beta)L \quad [\text{W}], \quad \text{unde } i = 1, 2, \dots, n \quad (2.35)$$

2.2.4 Calculul pierderii de căldură la conductele preizolate așezate în pământ

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

$$\Delta Q = q(1+\beta)L = \frac{t_a - t_0}{R_p + R_{iz} + R_{sp} + R_{sol}}(1+\beta)L \quad [\text{W/h}], \quad (2.36)$$

unde R_p, R_{iz}, R_{sp} și R_{sol} sunt date de expresiile (2.23), (2.24), (2.25), respectiv (2.30) – expresia lui R_{sol} , în care se înlocuiește D_e^e cu d_{sp} . Rezistența termică la trecerea căldurii de la suprafața terenului la aer se neglijează.

Conductivitatea termică a solului λ_{sol} depinde de natura, umiditatea și temperatura terenului. În tab. 2.5 sunt indicate o serie de valori pentru λ_{sol} . În calculul pierderilor de căldură pe rețelele de distribuție agent termic, s-au stabilit valori medii pentru λ_{sol} în intervalul 0,9...1,0 $[\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}]$, ținând cont de compoziția straturilor de deasupra conductelor, pe traseul acestora de la centrala termică la consumatori (pământ, pat de nisip, pietriș etc.), precum și de tipul de sol predominant pentru regiunea analizată (soluri uscate / semiumede, unde $\lambda_{sol} = 0,5 \dots 1,0 \text{ W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$).

Tab. 2.5. Conductivitatea termică a solului λ_{sol}

Tipul terenului	$\lambda_{sol}, [\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}]$
Soluri nisipos-argiloase și argiloase	0,7...1,7
Soluri stâncoase	1,8...2,8
Soluri foarte umede	2,0
Soluri umede	1,5
Soluri cu umiditate mijlocie	1,0
Soluri uscate	0,5
Soluri pentru care nu se cunosc date	1,5

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

În situațiile analizate în prezenta lucrare, conductele montate în același canal (în pământ nisip) au temperaturi de regim de funcționare apropiate ($\Delta t_{\max} < 15^{\circ}\text{C}$), iar modul de amplasare al acestora determină influențe minime între agenții termici transportați.

Astfel, în calcule s-a neglijat rezistența termică convențională, definită în literatură pentru situații de acest fel, expresia pierderilor de căldură utilizată în calcule fiind cea din relația (2.36), în care au fost determinate, pentru fiecare tronson de conductă, următoarele rezistențe de transfer:

$$R_p = \frac{1}{2\pi\lambda_p} \ln \frac{d_e}{d_{\text{int}}}; \quad (2.37);$$

$$R_{iz} = \frac{1}{2\pi\lambda_{iz}} \ln \frac{d_{iz}}{d_o}; \quad (2.38);$$

$$R_{sp} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sp}} \ln \frac{d_{sp}}{d_{iz}}; \quad (2.39);$$

$$R_{sol} = \frac{1}{2\pi\lambda_{sol}} \ln \frac{4h}{d_{sp}}; \quad (2.40)$$

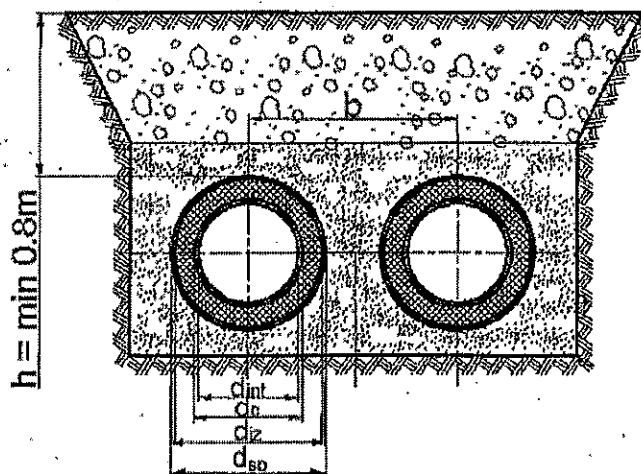


Fig. 2.2. Secțiune transversală de conducte preizolate așezate în pământ

CAP. 3. APARATE DE MĂSURĂ UTILIZATE

Pentru efectuarea măsurătorilor specifice necesare întocmirii bilanțurilor reale, auditorul a utilizat o serie de aparate de măsură, prezentate în sub-capitolele următoare.

3.1. Analizor de rețea electrică trifazată Chauvin Arnoux - Qualistar CA8334

Analizor de rețea electrică trifazată și regimuri tranzitorii CHAUVIN ARNOUX modelul QUALISTAR CA8334 (fig. 3.1) este un aparat cu înregistrare, având o memorie de 4 MB. Este dotat cu un set de 3 traductoare flexibile tip cordon - speciale pentru bare și cabluri de curent, având un domeniu larg de măsură - 10A...3000A precum și cu clești de măsură, pentru măsurarea curenților cu valori mici, sub 10 A. Intervalul de valori în care lucrează pentru tensiunile de fază măsurate este 0 ... 830 V RMS.

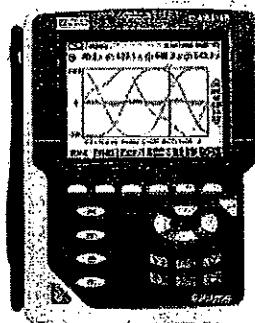


Fig. 3.1. Analizorul de rețea electrică trifazată Chauvin Arnoux - Qualistar CA8334

Tab. 3.1. Caracteristici tehnice Qualistar CA8334

Afișaj	LCD full-grafic, color, cu iluminare
Mod de afișare	numeric, forme de undă, armonici, diagrame, grafic, tabel, histograme
Tensiuni de intrare directe, 3 faze + N	Steă: 0 ... 480 V; Triunghi: 0 ... 830 V - precizie $\pm 0,5\%$
Armonici tensiune	ord. 1...50, THD - precizie $\pm 1\% + 5pt$
Dezechilibru tensiuni (diagramă Fresnel)	reprezentare vectorială U+I - precizie $\pm 1\%$
Evenimente tranzitorii	trigger programabil $> 78\mu s$
Flicker	PST, PLT
Curenți de intrare	3
Traductori de curent	clești, AMP-flex
Domenii de curent	5/240/1000/1400/3000 A
Programare rap. transf. I	adaptor
Dezechilibru curenți (diagramă Fresnel)	reprezentare vectorială U+I - precizie $\pm 1\%$
Curent de nul	calculat
Armonici de curent	ord. 1...50, THD - precizie $\pm 1\%$
Valori statistice măsurate	efective, varf, min, max, medie, factor de formă
Măsurare puteri	activă, reactivă, aparentă, sumă - precizie $\pm 1\%$
Factor de putere ($\cos \phi$)	PF, DPF, Tan, sumă - precizie $\pm 1,5\%$

Măsurare energie	activă, reactivă, aparentă, sumă, sens +/-
Frecvența fundamentală	50 Hz sau 60 Hz - precizie $\pm 0,01\text{Hz}$
Frecvența de eșantionare	12,8 kHz pe canal
Osciloscop	pentru U și I
Vectorscop	U și I simultan
Salvare ecran	max. 12 ecrane
Memorie internă	2 MB (8332) / 4 MB (8334)
Selecție interval de măsură	1/5/20s, 1/2/5/10/15 min., 1h, 2h
Perioadă de înregistrare	165 zile cu interval de măsurare de 10 min. (cu 4 MB)
Software specializat	QualistarView, DataViewer
Interfață comunicație	RS-232 optic
Alimentare (autonomie)	acumulator NiMH 10 ore

3.2. Instrument multifuncțional LUTRON LM-8010

Lutron LM-8018 este un instrument de măsură multifuncțional care poate măsura debitul și viteza aerului, temperatura, iluminarea (lux) și umiditatea.

Afișarea mărimilor măsurate se face pe un ecran LCD alb negru.

Tab. 3.2. Caracteristici tehnice LM-8010

Measurement		Range	Resolution
Air velocity	ft/min	80 to 5910 ft/min	1 ft/min
	m/s	0.4 to 30.0 m/s	0.1 m/s
	km/h	1.4 to 108.0 km/h	0.1 km/h
	MPH	0.9 to 67.0 mile/h	0.1 MPH
	knots	0.8 to 58.3 knots	0.1 knots
	Temperature (thermister)	32 to 122°F 0 to 50°C	0.1°F 0.1°C
Humidity	% RH	10 to 95 %RH	0.1 %RH
	Temperature (thermister)	32 to 122°F 0 to 50°C	0.1°F 0.1°C
Light *auto range	Lux	0 to 2,200 Lux	1 Lux
		1,800 to 20,000 Lux	10 Lux
	Ft-cd	0 to 204.0 Ft-cd	0.1 Ft-cd
		170 to 2,000 Ft-cd	1 Ft-cd
Temperature (Type K)		-148 to 2372°F	0.1°F
		-100 to 1300°C	0.1°C

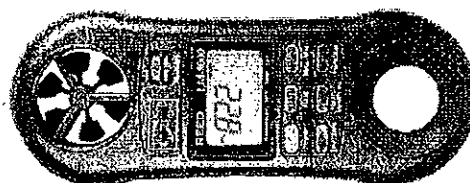


Fig. 3.1. Cleștele ampermetric-wattmetru Metrix modelul MX 2040

Measurement	Range	Accuracy
Air velocity	80 to 5910 ft/min	$\leq 20 \text{ m/s} : \pm 3\% \text{ F.S.}$ $> 20 \text{ m/s} : \pm 4\% \text{ F.S.}$
	0.4 to 30.0 m/s	
	1.4 to 108.0 km/h	
	0.9 to 67.0 mile/h	
	0.8 to 58.3 knots	
Humidity	32 to 122°F	$\pm 2.5^\circ\text{F}$
	0 to 50°C	$\pm 1.2^\circ\text{C}$
	10 to 95 %RH	$< 70\% \text{ RH} : \pm 4\% \text{ RH};$ $\geq 70\% \text{ RH} : \pm (4\% \text{ rdg} + 1.2\% \text{ RH})$
Light	32 to 122°F	$\pm 2.5^\circ\text{F}$
	0 to 50°C	$\pm 1.2^\circ\text{C}$
	0 to 20,000 Lux	$\pm 5\% \text{ rdg} \pm 8 \text{ dgt}$
Temperature (Type K)	0 to 2,000 Ft-cd	
	-148 to 2372°F	$\pm (1\% \text{ rdg} + 2^\circ\text{F})$
	-100 to 1300°C	$\pm (1\% \text{ rdg} + 1^\circ\text{C})$

ft/min = feet per minute

MPH = miles per hour

m/s = meters per second

knots = nautical miles per hour

km/h = kilometers per hour

Ft-cd = foot candle

3.3. Camera de termografie ThermoCAM™ E45 – FLIR SYSTEMS

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

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

Camera de termoviziune ThermoCAM™ E45 (fig. 3.3) este un instrument de mare precizie care funcționează pe baza acestei metode, fiind dotată cu un detector tip senzor IR (infrared) de foarte mare precizie și sensibilitate.

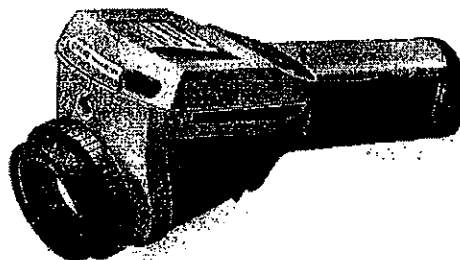


Fig. 3.2. Camera de termoviziune ThermoCAM™ E45

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

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

Stabilirea corectă a emisivității este foarte importantă, fiind un factor hotărâtor în determinarea cu exactitate a temperaturii obiectului măsurat. În tabelul 3.3 sunt prezentate câteva valori ale factorului de emisivitate pentru suprafețe uzuale.

Tab. 3.3. Coeficienți de emisivitate

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

Un alt parametru important îl constituie temperatura ambientală, dar și viteza vântului. Camera poate măsura temperaturi în plaja de valori de la -20°C la $+900^{\circ}\text{C}$ și a fost utilizată pentru determinarea pierderilor de căldură prin pereții agregatelor termoelectrice.

Măsurătorile efectuate și înregistrate în memoria camerei sunt ulterior descărcate pe un computer și, utilizând soft-ul specializat de analiză termografică *ThermaCam Reporter 7.0*, se întocmește raportul de termografie cu analiza individuală a termogramelor pentru stabilirea temperaturilor medii, maxime, minime etc, iar pe baza acestora se localizează pierderile de căldură prin pereții exteriori ai echipamentului și valorii acestora.

3.4. Analizorul de gaze multifuncțional TESTO 300 XXL

Analizorul de gaze **TESTO 300 XXL** (fig. 3.4) este un aparat multifuncțional profesional de mare calitate și precizie destinat în special măsurătorilor din instalațiile termice pe bază de combustie. Este compus din două unități funcționale, respectiv unitatea de analiză și unitatea de control (care se poate conecta la cea de analiză), la care pot fi conectate sonde diverse pentru



prelevarea probelor de analiză din instalațiile analizate. Pe lângă determinarea și memorarea parametrilor și compoziției gazelor de ardere, acesta dispune de un manometru diferențial integrat pentru măsurarea presiunilor gazelor, precum și de un printier atașat la unitatea de control pentru tipărirea măsurărilor instantanee.

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

- temperatura gazelor de ardere ($< 1200^{\circ}\text{C}$, cu o rezoluție de $0,1^{\circ}\text{C}$);
- temperatura mediului ambiant;
- CO ardere (0 ... +10000 ppm), CO mediu ambiant;
- CO_2 ardere, CO_2 mediu ambiant;
- NO (0 ... +3000 ppm);
- SO_2 ;
- CH_4 ;
- O_2 (0 ... +20 Vol. % O_2);
- presiune diferențială (-40 ... +40 hPa)
- exces aer în gazele de ardere.

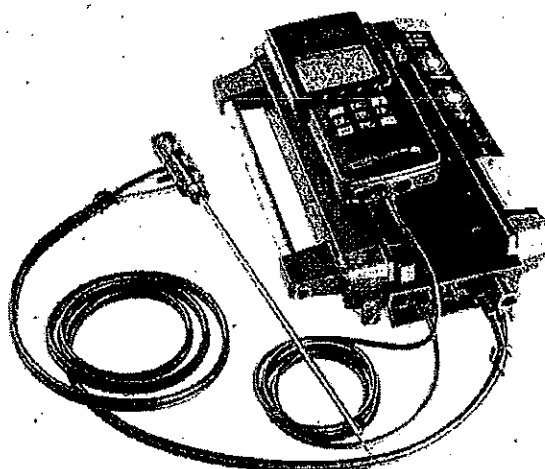


Fig. 3.3. Analizorul de gaze multifuncțional TESTO 300 XXL

Afișarea parametrilor analizați se face pe un display alb-negru sub forma unui tabel cu 6 valori instantanee. Datele măsurate pot fi salvate sub formă de raport de analiză și descărcate apoi pe calculator, astfel încât pot fi prelucrate prin intermediul programului dedicat de analiză.

CAP. 4. BILANȚUL TERMOENERGETIC REAL

Centralele termice de cartier funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri orare pentru cazanele de apă caldă din dotarea acestora, pentru sarcini diferite, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor medii orare obținute cu duratele anuale de funcționare, valori furnizate de beneficiar. Datorită specificului acestor instalații, s-au considerat contururi de bilanț separate pentru fiecare centrală termică, între ele neexistând legături fizice. Cazanele sunt în general folosite prin rotație, astfel încât din momentul punerii lor în funcțiune acestea au funcționat aproximativ același număr de ore.

Pentru fiecare cazan din centralele termice de cvartal au fost efectuate măsurători specifice, respectiv analize ale gazelor de ardere la coș, pentru determinarea pierderilor de căldură cu gazele de ardere (conform schemei de montaj din fig. 4.1), precum și termografii ale suprafețelor exterioare ale cazanelor, pentru calculul pierderilor de căldură prin pereții exteriori ai acestora.

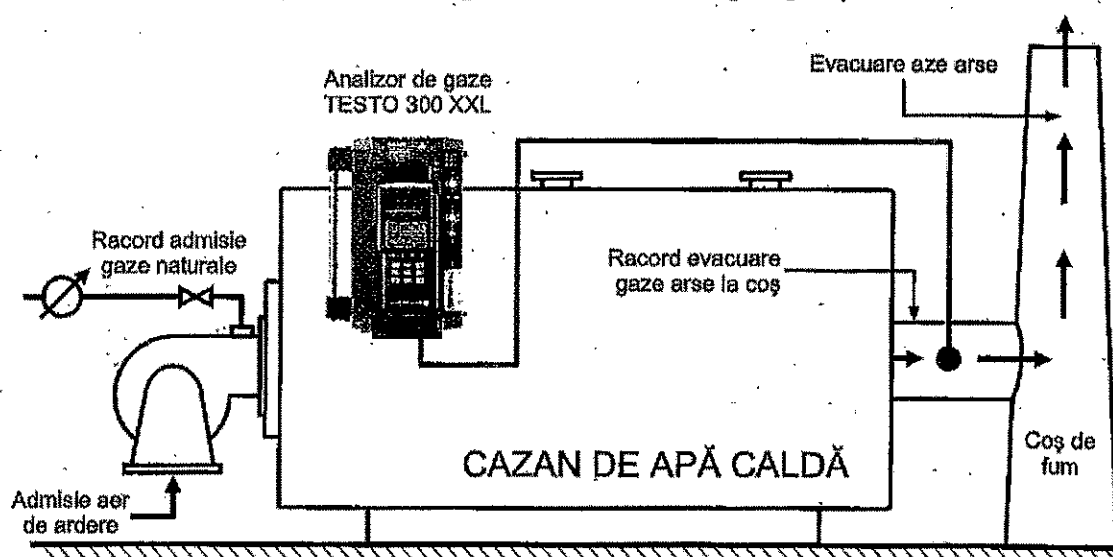


Fig. 4.1. Schemă prelevare probe pentru analiza gazelor de ardere la cazanele din CT 1

Pentru rețelele de distribuție a agentului termic din fiecare centrală s-au determinat pierderile tehnologice de calcul pe circuitele de încălzire și apă caldă de consum, atât în regim de iarnă, cât și în regim de vară, precum și pierderile reale înregistrate de operator, determinate ca diferențe între cantitățile de căldură livrate din centrală în rețeaua de distribuție și cantitățile de căldură livrate la consumatori (facturate).

4.1. Bilanțul termoeconomic real pe conturul centralei termice CT 1

Centrala termică CT 1 este echipată cu trei cazane identice VIESSMANN Turbomat RN de 2900 kW fiecare, dotate cu arzătoare Weishaupt G50/1-B pentru gaz metan și pompe GRUNDFOS MB65 de 7,5 kW.

4.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 1

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.1.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1 – Turbomat RN 2900.

Tab. 4.1. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1 - Wiessmann Turbomat RN 2900

Încărcare cazan	98,1%	67,9%	28,2%
Coefficient de exces de aer α	1,05	1,10	1,21
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	22,5	22,5	22,5
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	135	149	173
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	327,4	229,1	97,3
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,17	7,82	3,32
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	14,60	10,22	4,34
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	82,5	82,5	82,5
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	59,9	65,9	68,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	89,5	86,4	76,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	250,8	275,9	284,7
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	374,7	361,7	320,3
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	27,0	27,0	27,0
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3118,2	2181,9	926,2
Volum de aer de ardere real [m^3]	3274,1	2400,1	1120,7
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3445,6	2411,0	1023,5
Volum de gaze de ardere real [m^3]	3601	2629	1218
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	279,4	292,8	315,0

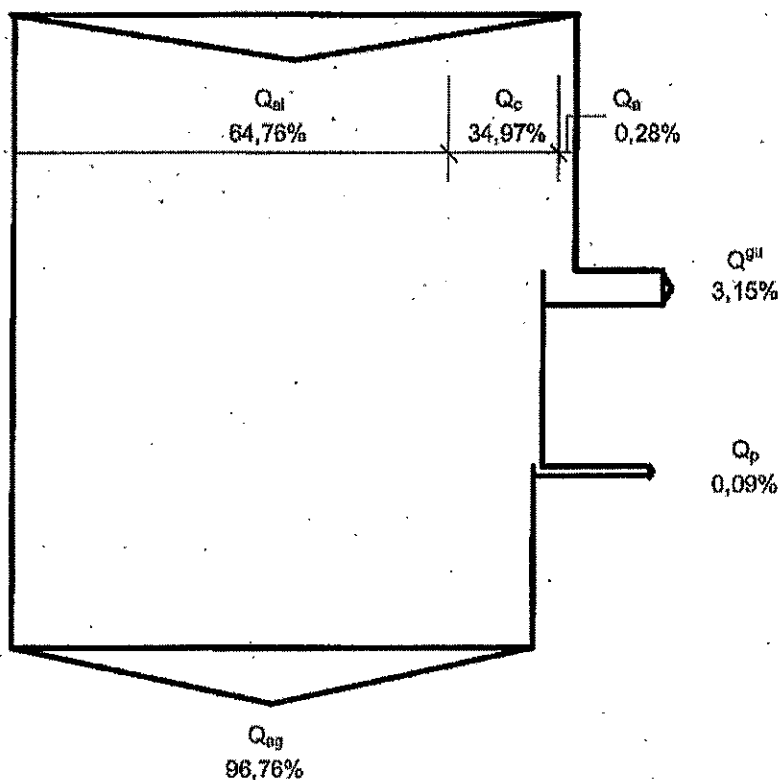
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.2. CT 1: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		98,1%	67,9%	28,2%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	11,17	7,82	3,32
	[%]	35,0%	25,5%	12,4%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,06	0,03
	[%]	0,28%	0,21%	0,11%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	20,69	22,76	23,49
	[%]	64,76%	74,28%	87,52%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	31,95	30,64	26,84
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		98,1%	67,9%	28,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,006	0,770	0,384
	[%]	3,15%	2,51%	1,43%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,030	0,030	0,030
	[%]	0,09%	0,10%	0,11%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,04	0,80	0,41
	[%]	3,2%	2,6%	1,5%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	30,91	29,84	26,42
	[%]	96,8%	97,4%	98,5%
Randamentul brut al instalației η		96,8%	97,4%	98,5%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		91,5%	90,6%	88,5%


Fig. 4.1. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă

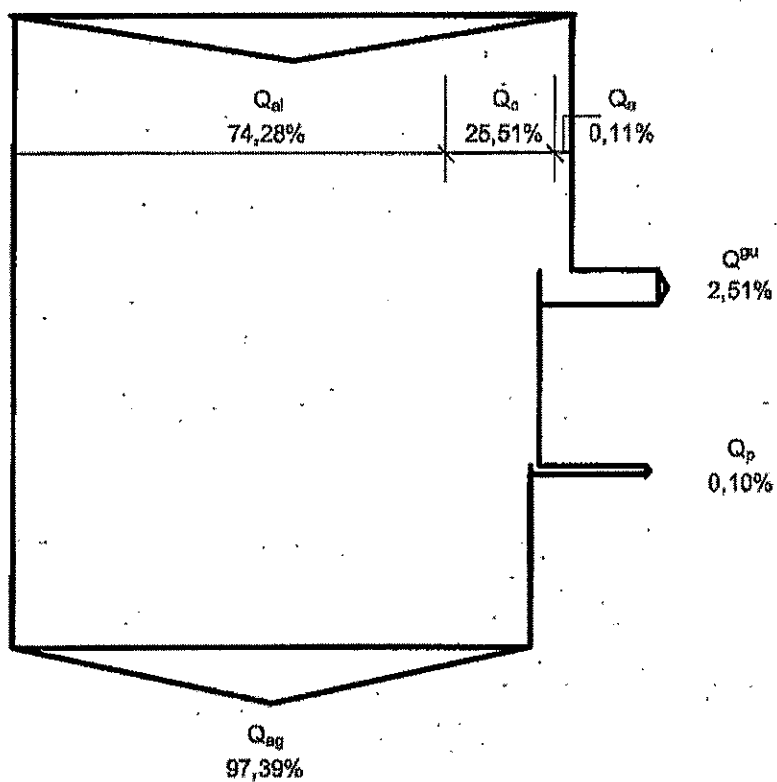


Fig. 4.2. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

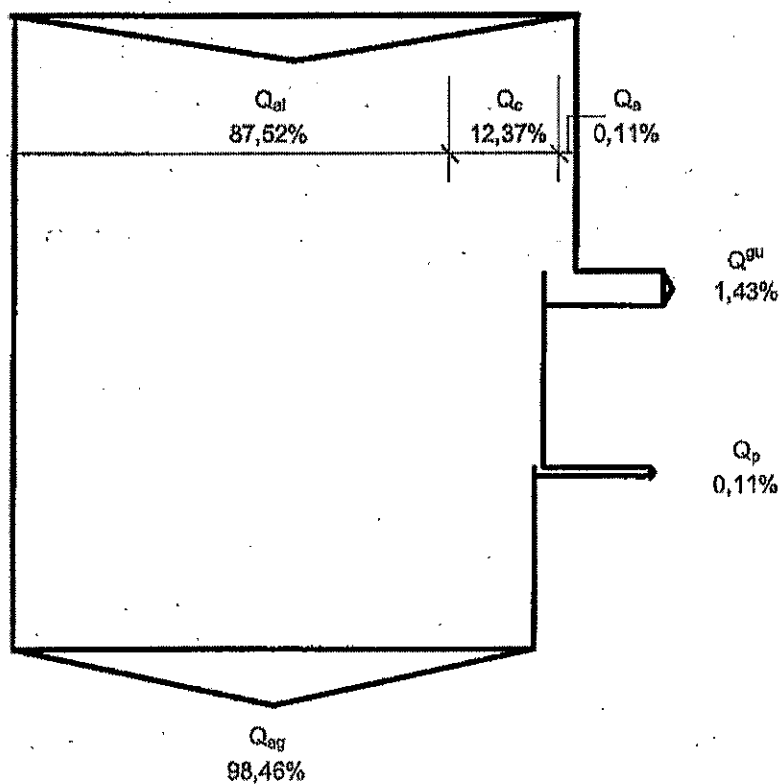


Fig. 4.3. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.1.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2 – Turbomat RN 2900.

Tab. 4.3. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2 - Turbomat RN 2900

<i>Încărcare cazan</i>	<i>95,5%</i>	<i>68,2%</i>	<i>28,0%</i>
Coeficient de exces de aer α	1,05	1,09	1,19
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	22,5	22,5	22,5
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	138	147	169
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	319,3	229,6	96,4
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,90	7,83	3,29
Nr. orar de kilometri de combustibil n_m consumat orar	14,24	10,24	4,30
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	82,0	82,0	82,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	60,0	65,5	68,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	89,0	86,2	77,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	251,2	274,2	286,8
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	372,6	360,9	322,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	27,0	27,0	27,0
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3041,0	2186,7	918,1
Volum de aer de ardere real [m^3]	3193,1	2383,5	1092,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3360,3	2416,3	1014,5
Volum de gaze de ardere real [m^3]	3512	2613	1189
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	283,2	291,1	311,3

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.4. CT 1: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

Componentele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,5%	68,2%	28,0%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	10,90	7,83	3,29
	[%]	34,5%	25,8%	12,3%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,06	0,03
	[%]	0,27%	0,21%	0,11%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	20,60	22,49	23,52
	[%]	65,23%	74,01%	87,63%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	31,58	30,39	26,84
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,5%	68,2%	28,0%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{ga}	[GJ]	0,995	0,761	0,370
	[%]	3,15%	2,50%	1,38%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,030	0,030	0,030
	[%]	0,09%	0,10%	0,11%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,02	0,79	0,40
	[%]	3,2%	2,6%	1,5%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	30,56	29,59	26,44
	[%]	96,8%	97,4%	98,5%
Randamentul brut al instalației η		96,8%	97,4%	98,5%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_u		91,4%	90,7%	88,7%

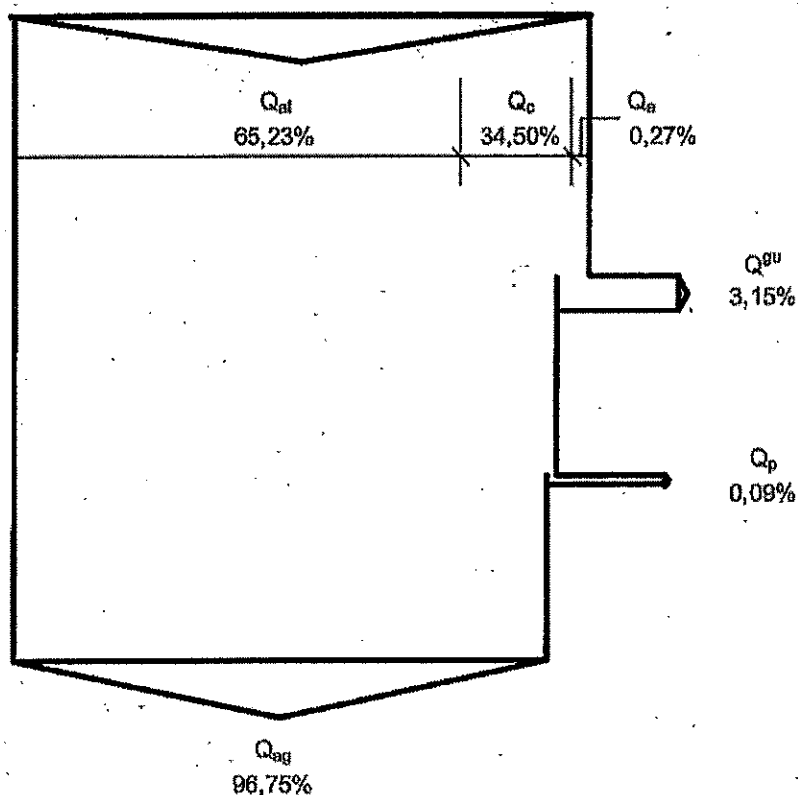


Fig. 4.4. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

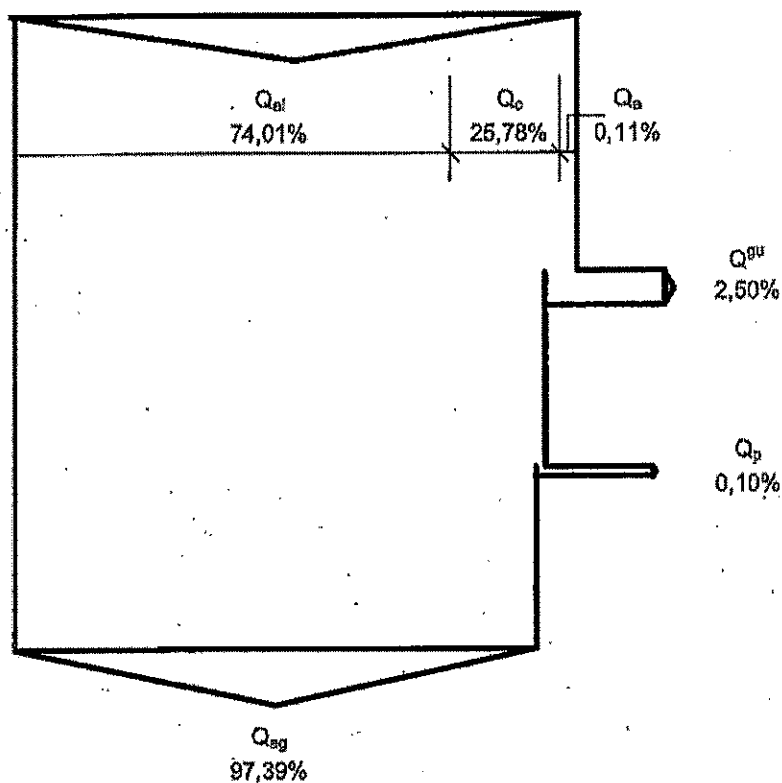


Fig. 4.5. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

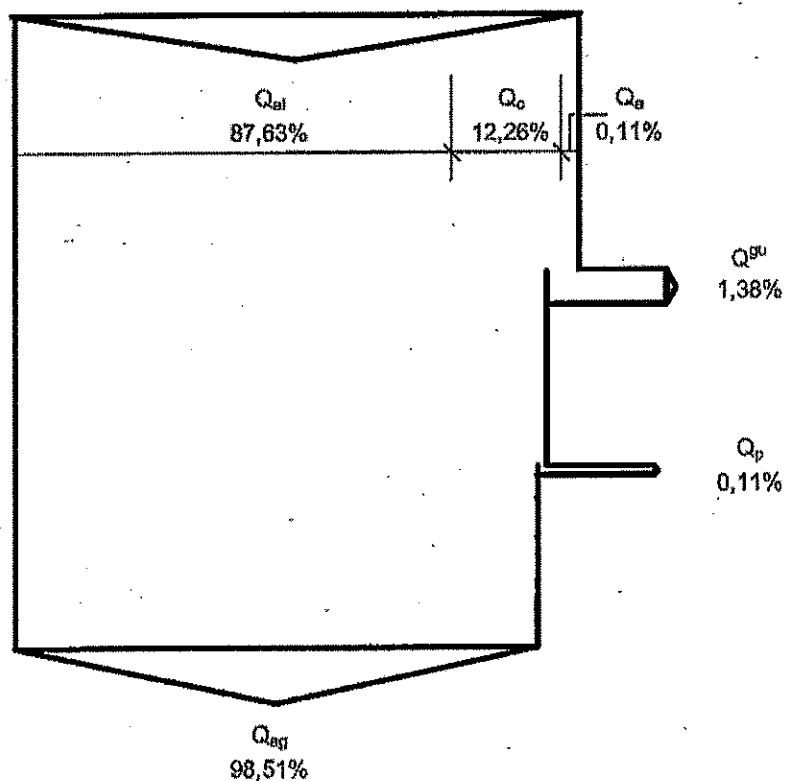


Fig. 4.6. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.1.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3 – Turbomat RN 2900.

Tab. 4.5. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3 - Wiessmann RN 2900

Încărcare cazan	92,2%	68,2%	29,0%
Coefficient de exces de aer α	1,11	1,16	1,24
Temperatura aerului de ardere [°C]	22,5	22,5	22,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	135	150	171
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	308,7	230,7	100,2
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,53	7,87	3,42
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	13,77	10,29	4,47
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	82,0	82,0	82,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	60,5	65,8	68,2
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	88,5	86,5	77,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	253,3	275,5	285,5
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	370,5	362,2	322,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	27,0	27,0	27,0
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2940,1	2197,2	954,3
Volum de aer de ardere real [m ³]	3263,5	2548,7	1183,3
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	3248,8	2427,9	1054,5
Volum de gaze de ardere real [m ³]	3572	2779	1284
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	274,3	289,7	310,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.6. CT 1: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

Componențele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		92,2%	68,2%	29,0%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	10,53	7,87	3,42
	[%]	33,6%	25,8%	12,7%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,07	0,03
	[%]	0,28%	0,23%	0,12%

Căldură introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	20,77	22,59	23,41
	[%]	66,16%	73,99%	87,15%
Total căldură intrată Q_i	[GJ]	31,39	30,53	26,87
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		92,2%	68,2%	29,0%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,980	0,805	0,398
	[%]	3,12%	2,64%	1,48%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,030	0,030	0,030
	[%]	0,10%	0,10%	0,11%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,01	0,84	0,43
	[%]	3,2%	2,7%	1,6%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	30,38	29,70	26,44
	[%]	96,8%	97,3%	98,4%
Randamentul brut al instalației η		96,8%	97,3%	98,4%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		91,3%	90,3%	88,4%

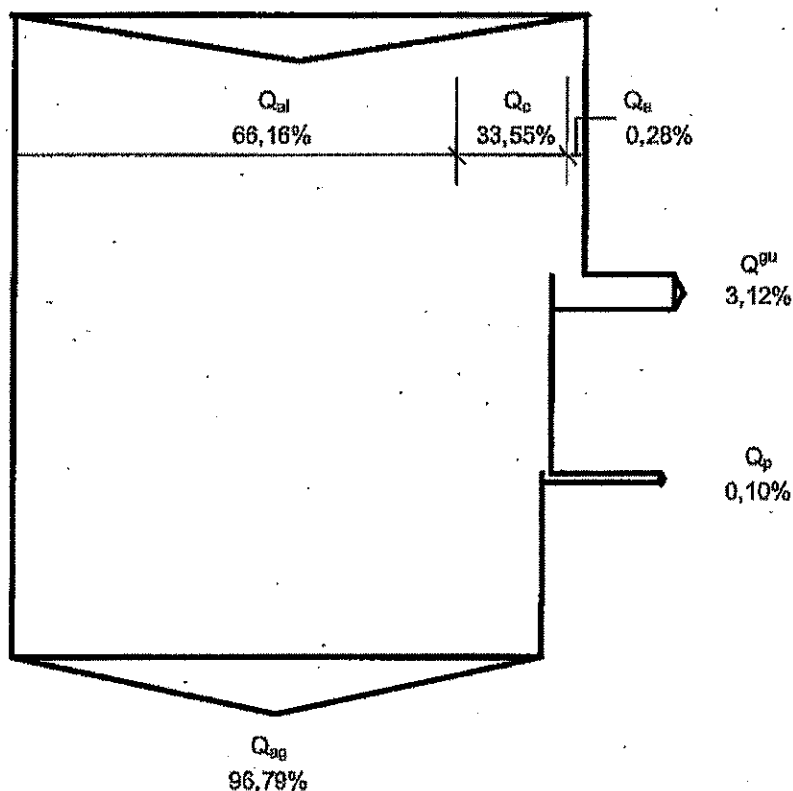


Fig. 4.7. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

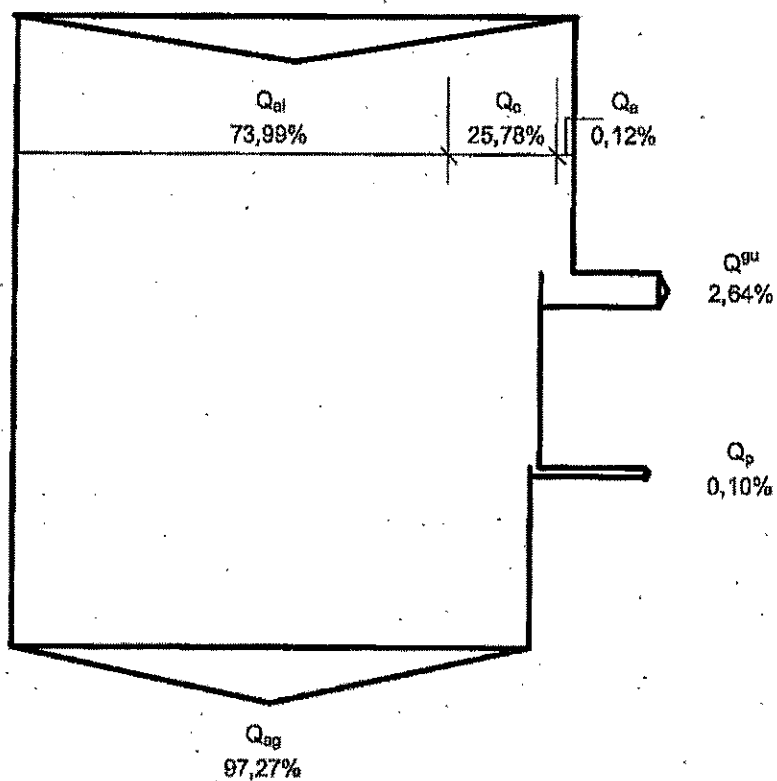


Fig. 4.8. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

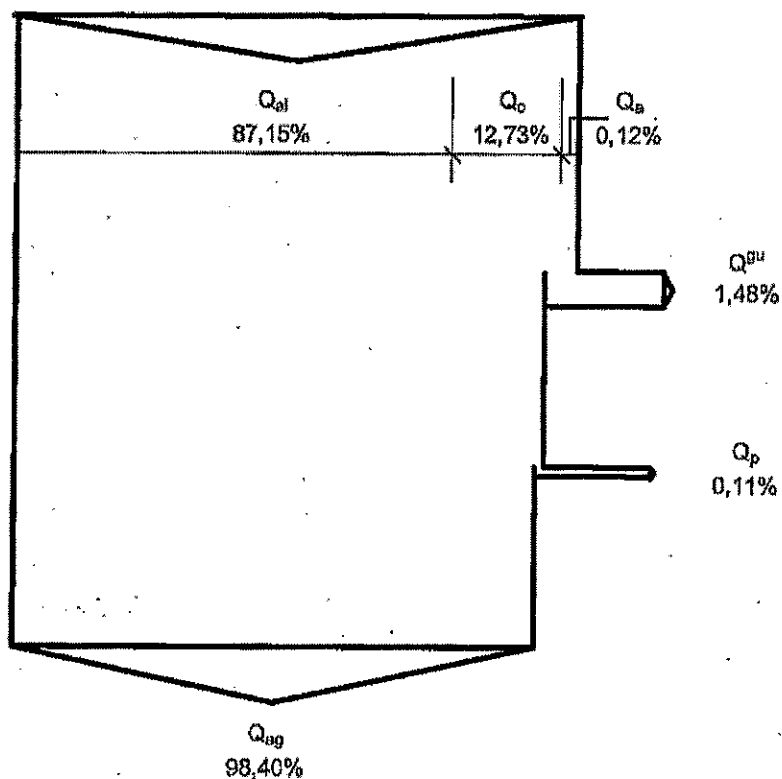


Fig. 4.9. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.1.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 1

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. 0,5 mm

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.10 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 1 la consumatorii finali.

Tab. 4.7. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 1

Conducte încălzire preizolate					
	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
C.T. 1	20	0,0	0,0	0,000	0,000
	25	17,5	17,5	0,009	0,009
	32	0,0	0,0	0,000	0,000
	40	0,0	0,0	0,000	0,000
	50	24,5	24,5	0,048	0,048
	65	256,5	256,5	0,851	0,851
	80	154,5	154,5	0,776	0,776
	100	109,0	109,0	0,856	0,856
	125	281,0	281,0	3,447	3,447
	150	367,0	367,0	6,482	6,482
	157	0,0	0,0	0,000	0,000
	168	0,0	0,0	0,000	0,000
	200	0,0	0,0	0,000	0,000
	219	0,0	0,0	0,000	0,000
	250	0,0	0,0	0,000	0,000
	260	0,0	0,0	0,000	0,000
	TOTAL	1210,0	1210,0	12,47	12,47

Conducte ACC/RACC preizolate					
	Dn	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Recirc.
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
C.T. 1	12,7	0,0		0,000	0,000
	19,0	0,0		0,000	0,000
	25,4	0,0		0,000	0,000
	31,8	94,0		0,074	0,000
	38,1	146,0		0,166	0,000
	50,8	268,0		0,543	0,000
	63,5	124,0		0,392	0,000
	76,2	303,0		1,381	0,000
	101,6	299,0		2,423	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	1234,0	0,0	4,98	0,00

Tab. 4.8. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 1

REGIM DE IARNĂ																			
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_s	t_g	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{sol}	h	d_c	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi pe rețea
[mm]	[°C]	[°C]		[W/m°C]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m²C/W]		[m²C/W]		[W/m]	[m]	[m]	[W]	[Gcal]
20	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0280	0,106	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,698	6,80	0,0	0,1	0,0	0,000
25	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,118	0,0008	7,468	0,171	0,686	6,38	17,5	0,1	122,8	0,009
32	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,119	0,124	0,0007	6,579	0,180	0,676	7,17	0,0	0,1	0,0	0,000
40	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,684	8,00	0,0	0,1	0,0	0,000
50	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,649	9,01	24,5	0,1	242,7	0,048
60	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0749	0,154	0,160	0,0005	4,322	0,148	0,630	10,48	256,5	0,1	2800,2	0,851
65	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0800	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,135	0,613	11,99	154,5	0,1	2027,1	0,776
100	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	11,95	109,0	0,1	1432,9	0,856
125	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,125	0,455	15,76	281,0	0,1	4253,3	3,447
150	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,806	0,141	0,435	15,62	367,0	0,1	5263,9	5,482
157	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,11	0,0	0,1	0,0	0,000
168	66,61	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,571	0,122	0,424	14,84	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL															6240,0	632	6730,3	812,8	812,8

Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_s	t_g	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{sol}	h	d_c	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi pe rețea
[mm]	[°C]	[°C]		[W/m°C]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m²C/W]		[m²C/W]		[W/m]	[m]	[m]	[W]	[Gcal]
20	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0280	0,106	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,698	6,04	0,0	0,1	0,0	0,000
25	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,118	0,0008	7,468	0,171	0,686	5,55	17,5	0,1	100,7	0,009
32	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,119	0,124	0,0007	6,579	0,180	0,676	6,24	0,0	0,1	0,0	0,000
40	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,684	6,95	0,0	0,1	0,0	0,000
50	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,649	7,83	24,5	0,1	211,0	0,048
60	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0749	0,154	0,160	0,0005	4,322	0,148	0,630	9,12	256,5	0,1	2573,3	0,851
65	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0800	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,135	0,613	10,37	154,5	0,1	1762,2	0,776
100	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	10,39	109,0	0,1	1245,6	0,856
125	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,468	11,96	281,0	0,1	3697,4	3,447
150	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,806	0,141	0,435	13,49	367,0	0,1	5445,3	5,482
157	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,00	0,0	0,1	0,0	0,000
168	49,78	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,571	0,122	0,424	14,84	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL															6240,0	632	6730,3	812,8	812,8

Conducte ACC preizolate subterane																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_s	t_g	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{sol}	h	d_c	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi pe rețea
[mm]	[°C]	[°C]		[W/m°C]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m²C/W]		[m²C/W]		[W/m]	[m]	[m]	[W]	[Gcal]
12,7	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	9,811	0,154	0,608	4,63	0,0	0,1	0,0	0,000
19	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,105	0,109	0,0010	8,464	0,159	0,637	5,19	0,0	0,1	0,0	0,000
25,4	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,118	0,0008	7,468	0,160	0,687	5,83	0,0	0,1	0,0	0,000
31,75	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,887	0,161	0,676	6,46	0,0	0,1	0,0	0,000
38,1	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,125	0,130	0,0006	6,017	0,162	0,667	7,10	146,0	0,1	1140,9	0,166
50,8	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,163	0,560	8,25	268,0	0,1	2432,1	0,543
63,5	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0716	0,162	0,168	0,0004	4,228	0,151	0,633	9,36	124,0	0,1	1276,8	0,392
76,2	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,165	0,171	0,0004	3,925	0,139	0,618	10,48	303,0	0,1	3499,3	1,391
101,6	52	4,1	43,2	0,027	0,041	0,9	0,8	0,1116	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,109	0,478	10,98	299,0	0,1	3612,0	2,423
TOTAL															6240,0	632	6730,3	812,8	812,8

Pierderi tehnologice de căldură pe rețeaua de distribuție - IARNĂ			UM	Termice	Mecanice
CT 1			Gcal	63,24	4,940
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR			Gcal	54,88	4,213
Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR			Gcal	118,22	9,16
Conducte ACC preizolate subterane			Gcal	46,15	1,778
Conducte Recluzare ACC preizolate subterane			Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate			Gcal	46,15	1,78
TOTAL, din care:			Gcal	216,33	10,93

REGIM DE VARĂ																																		
Conducte ACC preizolate subterane																																		
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																																		
d_{ext}	t_c	t_g	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{sol}	h	d_c	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin ard de aer Volum rețea [m³]	Pierderi care Prin ard de aer [kcal]	Pierderi pe sezon [Gcal]													
[mm]	[°C]	[°C]		[W/m°C]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m²C/W]		[m²C/W]		[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[kcal]	[Gcal]													
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,0827	0,087	0,0014	9,768	0,183	0,638	3,68	0	0,1	0,0	0,000	0,00	0,000	0,000												
19	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,0890	0,093	0,0010	8,468	0,187	0,625	4,25	0	0,1	0,0	0,000	0,00	0,000	0,000												
25,4	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,0954	0,100	0,0008	7,468	0,175	0,614	4,61	0	0,1	0,0	0,000	0,00	0,000	0,000												
31,75	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	5,809	0,188	0,601	5,35	94	0,1	553,5	20,74	0,000	6,2	0,632	0,027											
38,1	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,1091	0,114	0,0006	5,210	0,174	0,590	6,91	146	0,1	949,1	30,188	0,000	14,0	1,414	0,050											
50,8	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,1220	0,127	0,0005	4,385	0,168	0,571	8,91	268	0,1	1072,9	50,543	0,001	45,6	4,615	0,194											
53,5	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0716	0,1355	0,142	0,0004	3,770	0,168	0,562	7,88	124	0,1	2075,8	10,392	0,001	33,0	3,338	0,140											
78,2	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0882	0,1492	0,156	0,0004	3,304	0,163	0,535	3,84	303	0,1	2047,0	1,381	0,003	118,0	11,739	0,493											
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1116	0,1750	0,182	0,0003	2,673	0,130	0,608	10,06	299	0,1	3509,6	2,423	0,005	203,5	20,594	0,865											
TOTAL															10000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tab. 4.9. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 1

CT 1		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]	217,5	din care: 204,8	12,7	217,5
		Încălzire 118,2	9,2	127,4
		ACC+RACC 86,6	3,6	90,1

Tab. 4.10. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 1

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Înc.	ACM			Total	Agenți economici	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Înc.		Total pierderi	
											Termice	Masice	Termice	Masice		
	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[mc]	Total	[Gcal]
Ianuarie	186,29	5,32	191,61	174,19	4,83	0,00	4,83	169,36	30,63	138,73	0,48	0,00	12,45	112,00	16,93	17,42
Februarie	226,15	6,79	232,94	211,76	6,17	0,00	6,17	205,59	36,63	168,96	0,62	0,00	14,72	146,00	20,55	21,18
Martie	163,85	6,83	170,68	161,34	6,51	0,00	6,51	154,83	28,92	125,91	0,33	0,00	4,30	118,00	9,02	9,35
Aprilie	94,86	10,05	104,91	98,53	12,74	0,00	12,74	85,78	15,98	69,80	-2,69	0,00	4,12	124,00	9,08	6,38
Mai	0,00	7,18	7,18	6,74	6,74	0,00	6,74	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	-2,28	57,00	0,00	0,43
Iunie	0,00	6,50	6,50	6,08	6,08	0,00	6,08	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	-0,88	22,00	0,00	0,43
Iulie	0,00	7,02	7,02	6,32	6,32	0,00	6,32	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	-0,36	9,00	0,00	0,70
August	0,00	14,01	14,01	12,51	12,51	0,00	12,51	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	-0,04	1,00	0,00	1,50
Septembrie	0,00	8,03	8,03	7,37	7,37	0,00	7,37	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00	-0,12	3,00	0,00	0,66
Octombrie	77,86	6,00	83,86	79,14	5,56	0,00	5,56	73,59	15,08	58,51	0,45	0,00	2,07	55,00	4,27	4,72
Noiembrie	111,24	5,37	116,61	110,09	4,99	0,00	4,99	105,10	18,72	86,39	0,38	0,00	3,78	59,00	6,14	6,52
Decembrie	216,23	7,23	223,46	210,49	6,46	0,00	6,46	204,03	40,37	163,66	0,78	0,00	9,36	71,00	12,20	12,97
Total	1076,48	90,33	1166,8	1084,55	86,27	0,00	86,27	998,28	186,32	811,96	4,08	0,00	47,12	777,00	78,20	82,28

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.11. Bilanțul real anual pe conturul CT 1 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	190096,2	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	1549,3	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	152,9	9,87
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	6,0	0,38
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	1166,8	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	82,3	7,05
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	51,2	4,39
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	31,1	2,66
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	1084,5	92,95
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	998,3	85,56
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	86,3	7,39

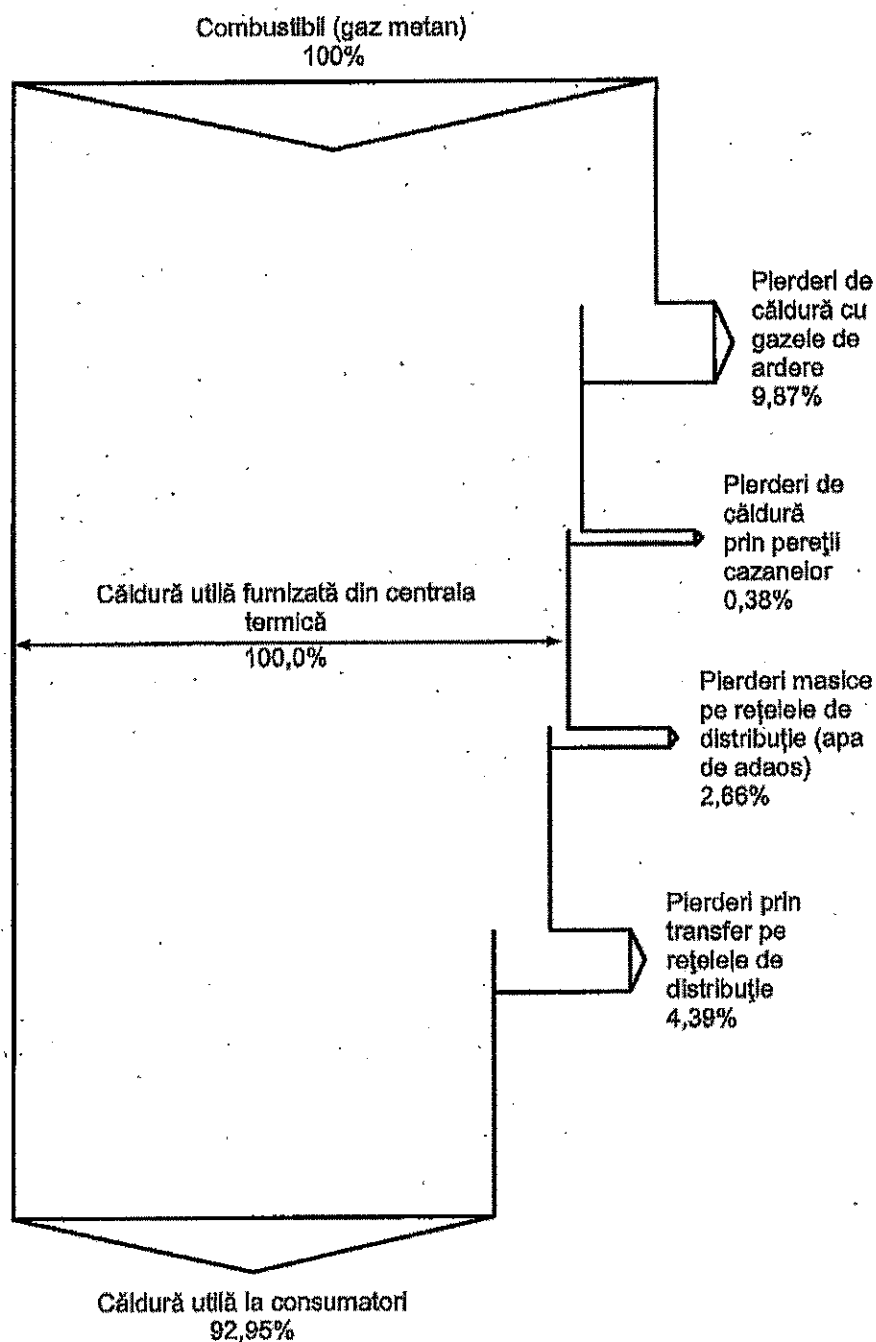
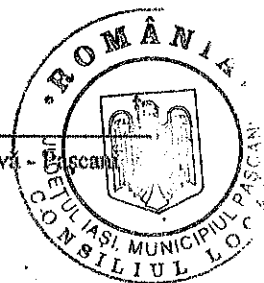


Fig. 4.10. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 1 + rețele de distribuție

4.2. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 2

Centrala termică CT 2 este echipată cu patru cazane identice BALTUR BAR 1140 de 1100 kW fiecare, dotate cu arzătoare BALTUR BGN 150 pentru gaz metan și pompe SALMSON LRC de 2,2 kW.

4.2.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 2

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.2.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.12. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

Încărcare cazan	80,0%	61,9%	45,3%
Coefficient de exces de aer α	1,36	1,35	1,34
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	24,5	24,5	24,5
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	112	119	128
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	101,4	78,9	58,1
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	3,46	2,69	1,98
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	4,52	3,52	2,59
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	28,5	28,5	28,5
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	62,5	66,0	67,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	89,0	86,5	82,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	261,7	276,3	282,6
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	372,6	362,2	345,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	29,2	29,2	29,2
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	965,7	751,0	553,1
Volum de aer de ardere real [m^3]	1313,4	1013,8	741,1
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	1067,1	829,8	611,1
Volum de gaze de ardere real [m^3]	1415	1093	799
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	228,1	237,6	249,7

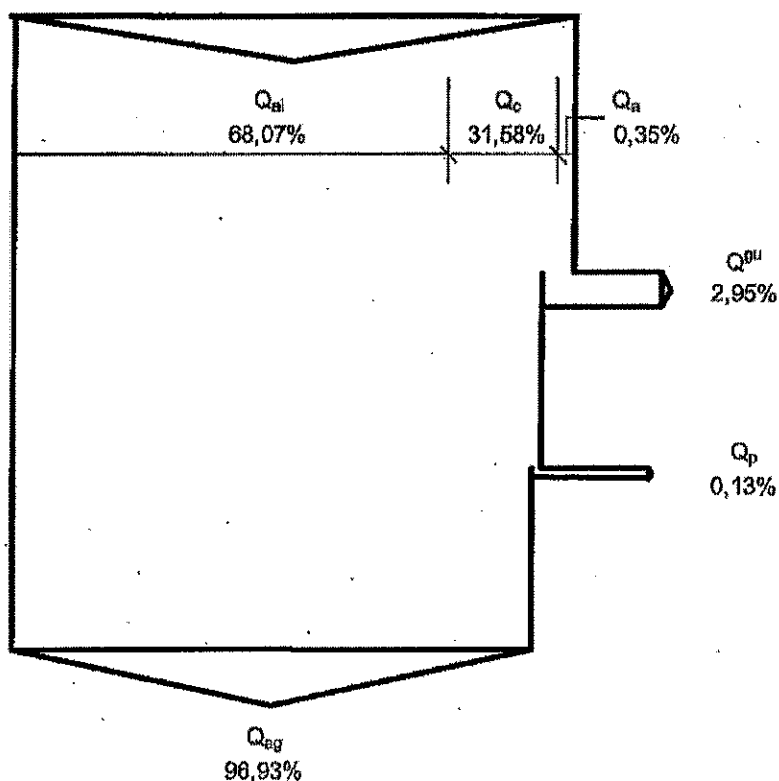
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.13. CT 2: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		80,0%	61,9%	45,3%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	3,46	2,69	1,98
	[%]	31,6%	25,4%	19,7%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,04	0,03	0,02
	[%]	0,35%	0,28%	0,21%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{ai}	[GJ]	7,46	7,88	8,05
	[%]	68,07%	74,33%	80,08%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	10,96	10,60	10,06
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		80,0%	61,9%	45,3%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,323	0,260	0,200
	[%]	2,95%	2,45%	1,98%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,014	0,014	0,014
	[%]	0,13%	0,13%	0,14%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,34	0,27	0,21
	[%]	3,1%	2,6%	2,1%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	10,62	10,32	9,84
	[%]	96,9%	97,4%	97,9%
Randamentul brut al instalației η		96,9%	97,4%	97,9%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		91,4%	90,9%	90,3%


Fig. 4.11. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă

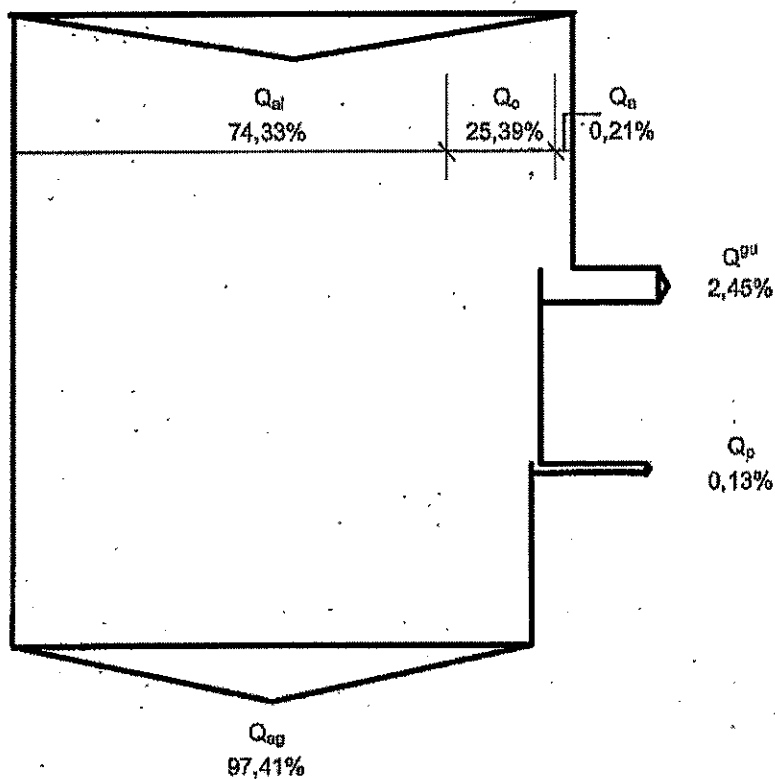


Fig. 4.12. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

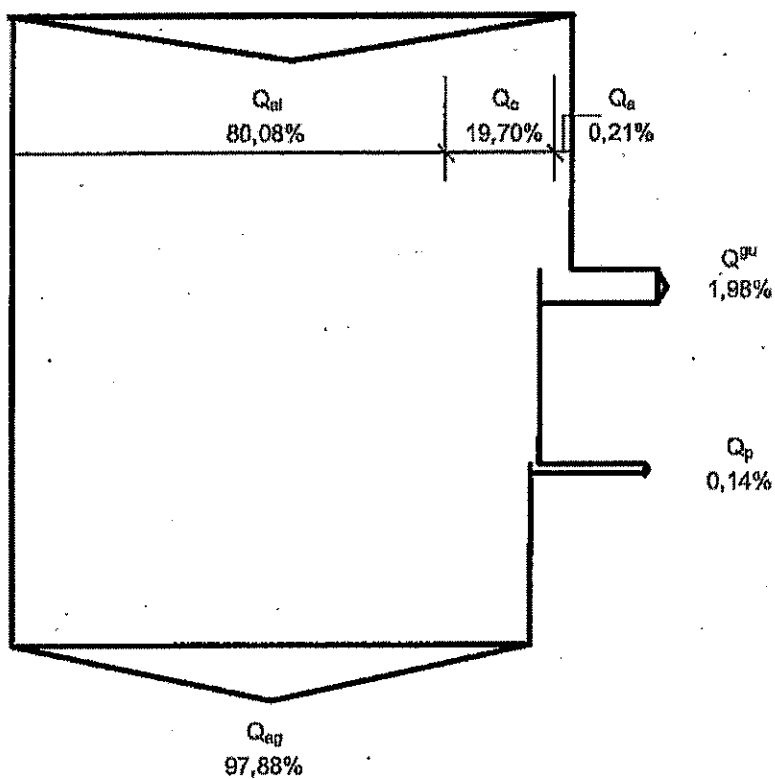


Fig. 4.13. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.2.1.2 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.14. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	81,1%	62,9%	45,1%
Coeficient de exces de aer α	1,67	1,61	1,57
Temperatura aerului de ardere [°C]	23,5	23,5	23,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	133	139	148
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	105,6	82,2	59,3
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	3,60	2,80	2,02
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	4,71	3,67	2,64
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	29,0	29,0	29,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	62,6	66,0	67,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,0	86,5	82,2
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	262,1	276,3	282,6
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	372,6	362,2	344,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,1	28,1	28,1
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	1005,3	782,6	564,8
Volum de aer de ardere real [m ³]	1678,8	1260,0	886,7
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	1110,8	864,8	624,1
Volum de gaze de ardere real [m ³]	1784	1342	946
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	240,6	250,7	263,8

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.15. CT 1: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C2

Componentele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		81,1%	62,9%	45,1%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	3,60	2,80	2,02
	[%]	32,0%	25,8%	19,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,05	0,04	0,02
	[%]	0,42%	0,33%	0,24%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	7,60	8,01	8,20
	[%]	67,57%	73,84%	80,00%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	11,25	10,85	10,24
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		81,1%	62,9%	45,1%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{su}	[GJ]	0,429	0,336	0,250
	[%]	3,82%	3,10%	2,44%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,014	0,014	0,014
	[%]	0,12%	0,13%	0,14%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,44	0,35	0,26
	[%]	3,9%	3,2%	2,6%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	10,81	10,50	9,98
	[%]	96,1%	96,8%	97,4%
Randamentul brut al instalației η		96,1%	96,8%	97,4%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,0%	88,8%	88,2%

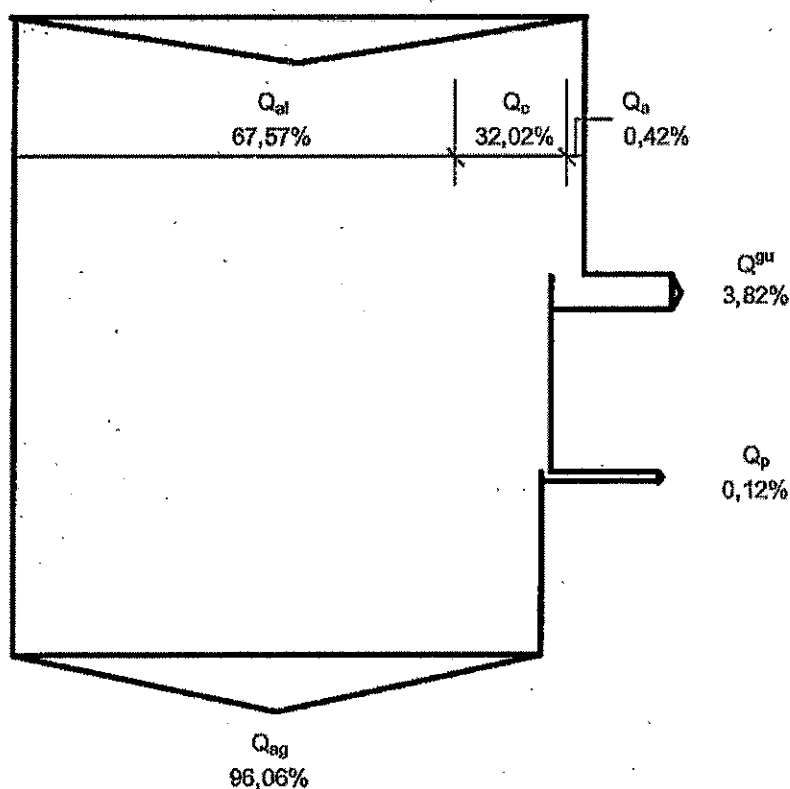


Fig. 4.14. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

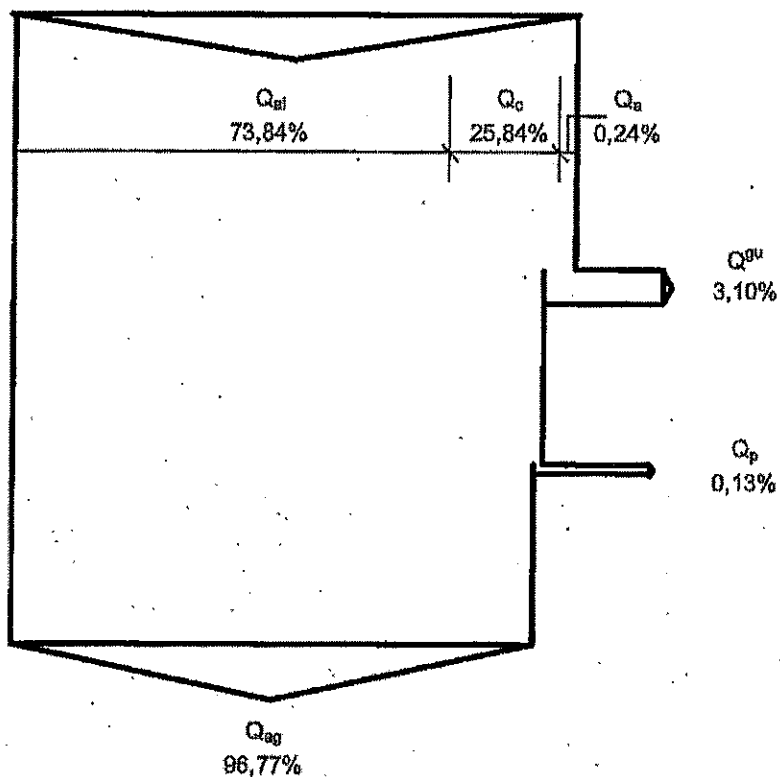
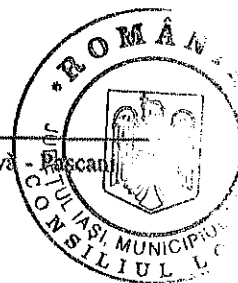


Fig. 4.15. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

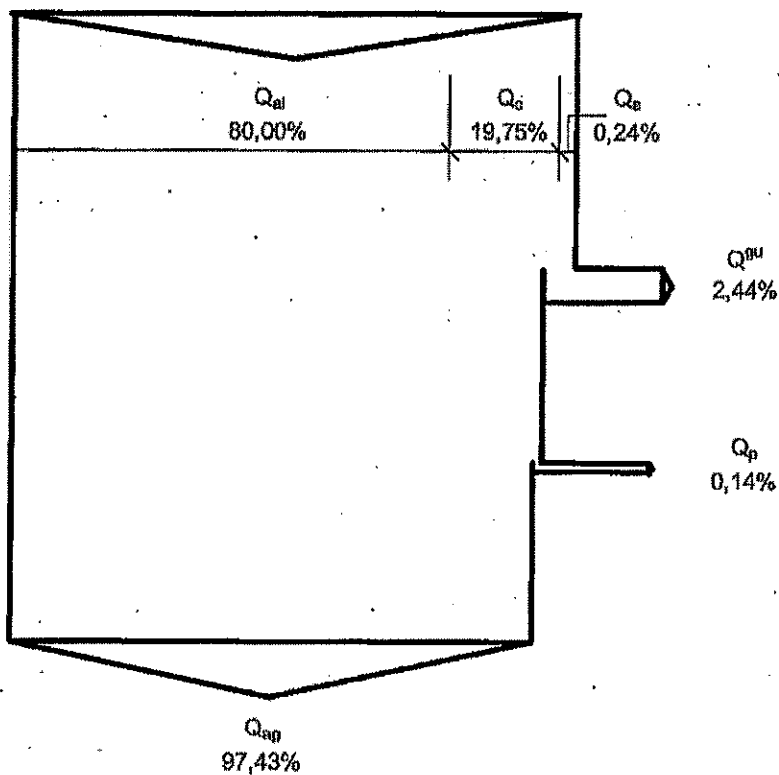


Fig. 4.16. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.2.1.3 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.16. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

<i>Încărcare cazan</i>	81,4%	67,6%	44,5%
Coeficient de exces de aer α	1,28	1,33	1,41
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	25	25	25
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	115	122	131
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	103,1	86,1	57,4
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	3,52	2,94	1,96
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	4,60	3,84	2,56
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	29,0	29,0	29,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	62,0	65,0	67,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	88,5	87,0	81,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	259,6	272,1	280,5
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	370,5	364,3	341,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	29,7	29,7	29,7
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	981,4	820,0	546,7
Volum de aer de ardere real [m^3]	1256,3	1090,6	770,8
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	1084,5	906,1	604,1
Volum de gaze de ardere real [m^3]	1359	1177	828
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	236,7	242,6	249,6

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.17. CT 2: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C3

Componentele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcină:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		81,4%	67,6%	44,5%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	3,52	2,94	1,96
	[%]	31,7%	27,0%	19,4%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,04	0,03	0,02
	[%]	0,34%	0,30%	0,23%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	7,53	7,89	8,13
	[%]	67,93%	72,65%	80,41%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	11,08	10,86	10,12
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		81,4%	67,6%	44,5%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,322	0,285	0,207
	[%]	2,90%	2,63%	2,04%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,014	0,014	0,014
	[%]	0,13%	0,13%	0,14%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,34	0,30	0,22
	[%]	3,0%	2,8%	2,2%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	10,75	10,56	9,90
	[%]	97,0%	97,2%	97,8%
Randamentul brut al instalației η		97,0%	97,2%	97,8%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		91,5%	90,9%	89,9%

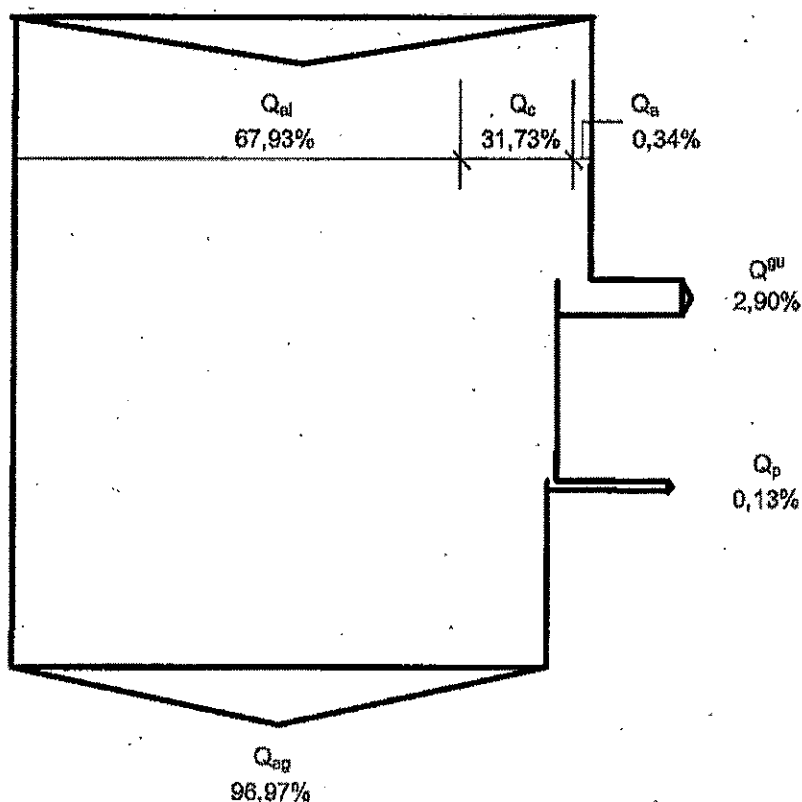


Fig. 4.17. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

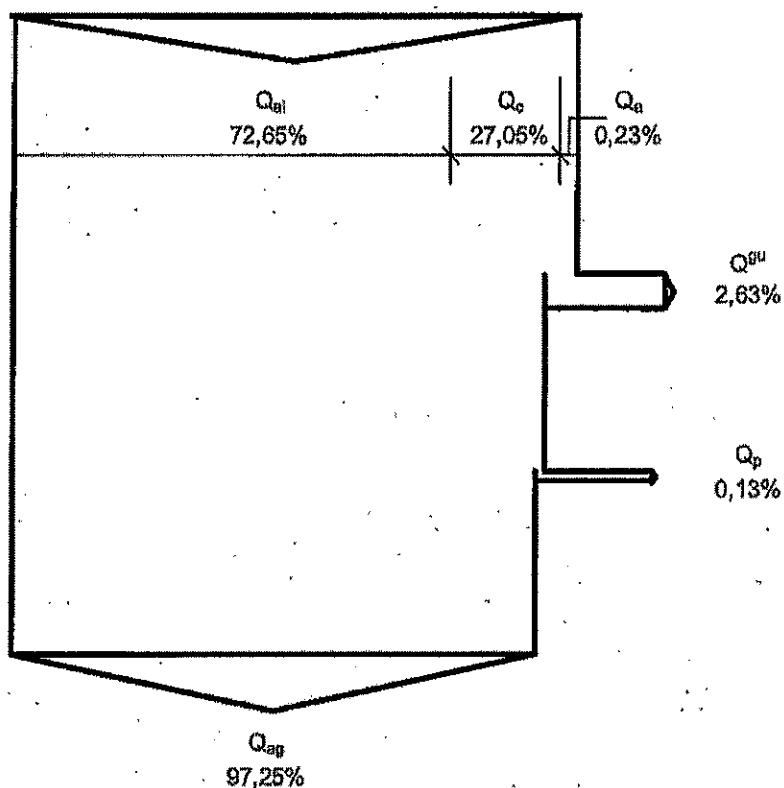
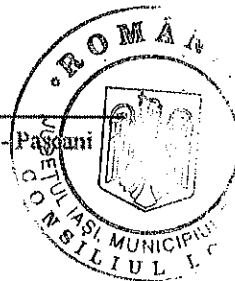


Fig. 4.18. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

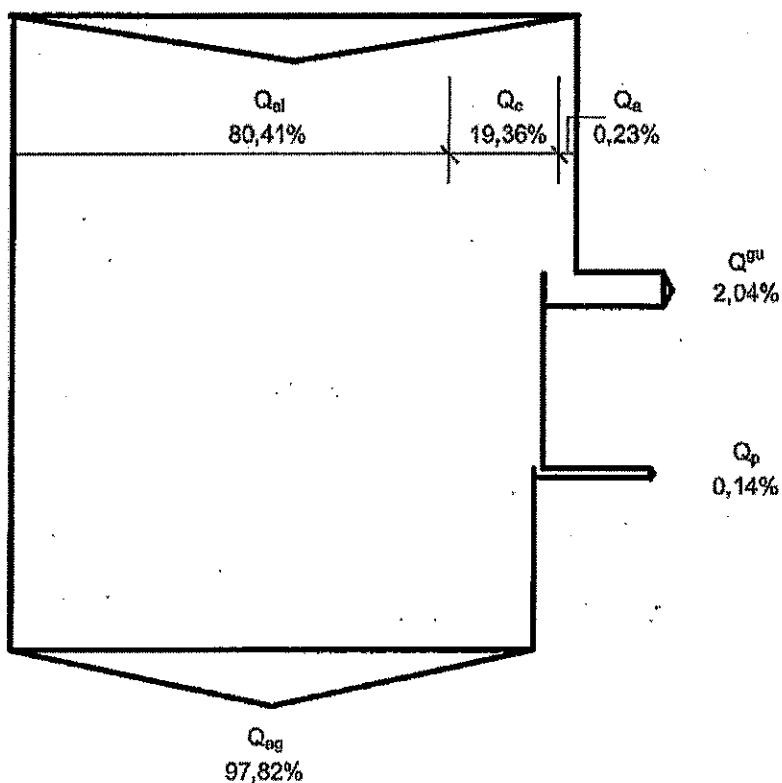


Fig. 4.19. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.2.1.4 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C4

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C4.

Tab. 4.18. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C4

<i>Încărcare cazan</i>	<i>81,5%</i>	<i>63,4%</i>	<i>40,7%</i>
Coefficient de exces de aer α	1,55	1,63	1,72
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	24	24	24
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	110	114	124
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	103,9	81,4	53,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	3,55	2,78	1,81
Nr. orar de kilometri de combustibil u_h consumat orar	4,63	3,63	2,37
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	28,5	28,5	28,5
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	62,0	65,0	67,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	89,0	86,0	81,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	259,6	272,1	282,6
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	372,6	360,1	339,1
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	28,6	28,6	28,6
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	989,5	775,1	505,1
Volum de aer de ardere real [m^3]	1533,8	1263,4	868,7
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	1093,4	856,4	558,1
Volum de gaze de ardere real [m^3]	1638	1345	922
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	216,1	217,8	227,2

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.19. CT 2: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C4

Componentele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		81,5%	63,4%	40,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	3,55	2,78	1,81
	[%]	32,3%	26,3%	18,3%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,04	0,04	0,02
	[%]	0,40%	0,34%	0,25%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	7,40	7,76	8,02
	[%]	67,33%	73,38%	81,45%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	10,99	10,57	9,89
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		81,5%	63,4%	40,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,354	0,293	0,209
	[%]	3,22%	2,77%	2,12%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,014	0,014	0,014
	[%]	0,13%	0,13%	0,14%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,37	0,31	0,22
	[%]	3,3%	2,9%	2,3%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	10,62	10,26	9,67
	[%]	96,7%	97,1%	97,7%
Randamentul brut al instalației η		96,7%	97,1%	97,7%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		90,9%	90,2%	89,0%

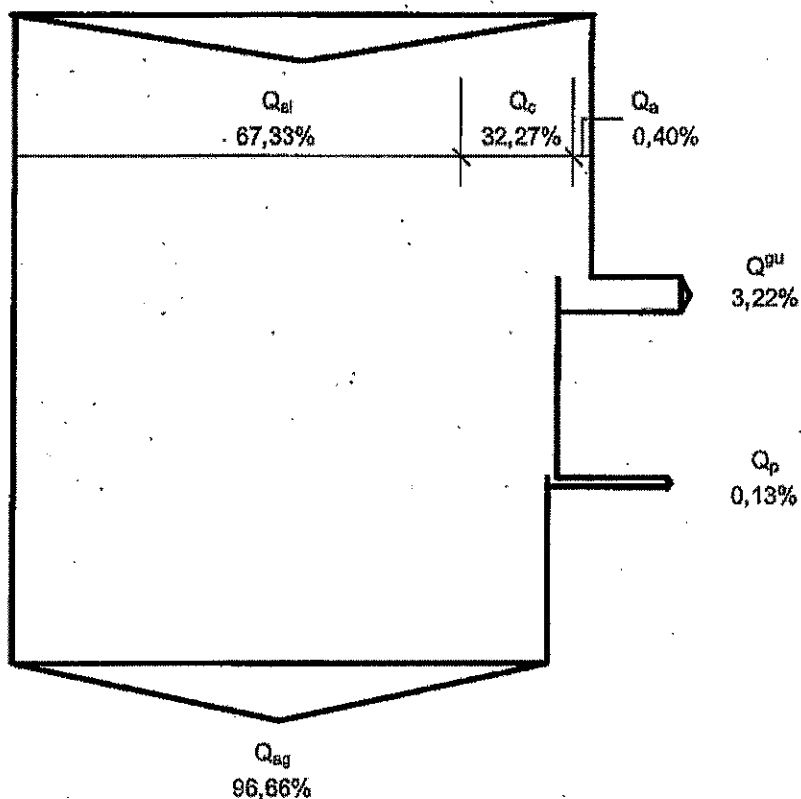


Fig. 4.20. Diagrama Sankey pentru cazanul C4, la încărcare maximă

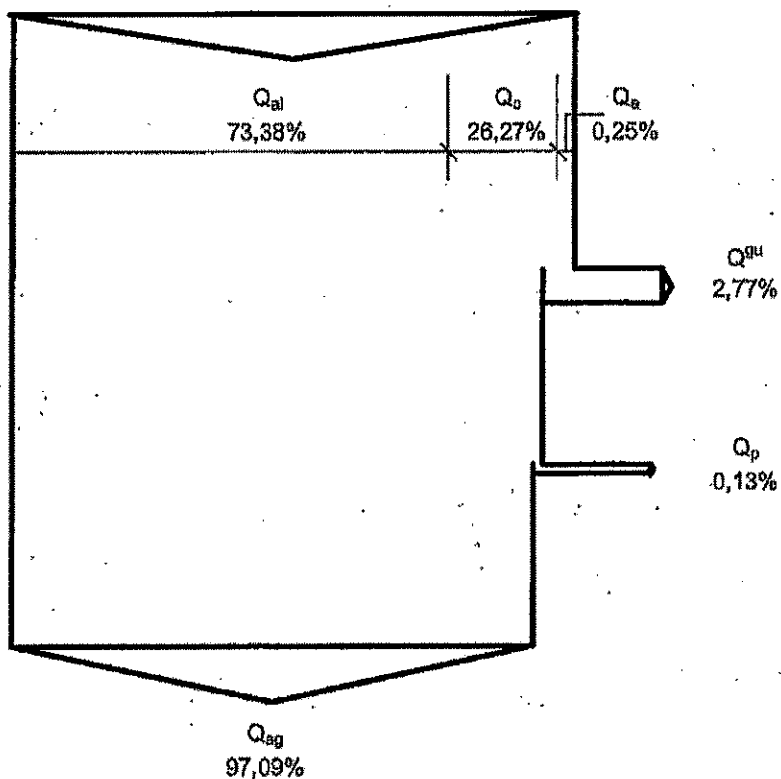


Fig. 4.21. Diagrama Sankey pentru cazanul C4, la încărcare medie

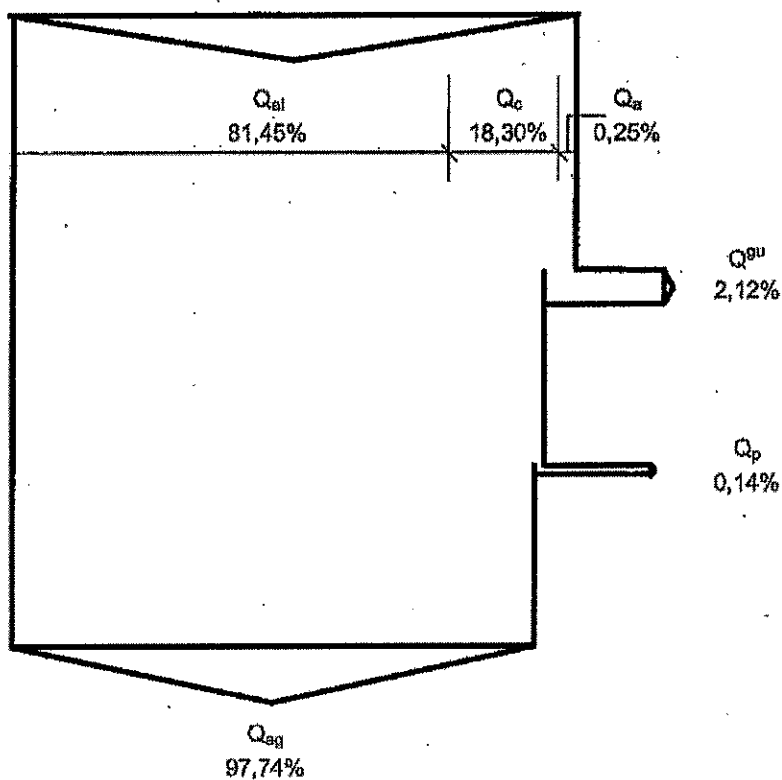


Fig. 4.22. Diagrama Sankey pentru cazanul C4, la încărcare minimă

4.2.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 2

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresiune - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{med} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.23 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 2 la consumatorii finali.

Tab. 4.20. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 2

Conducte încălzire preizolate					
C.T. 2	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	20	181	181	0,057	0,057
	25	0	0	0,000	0,000
	32	0	0	0,000	0,000
	40	99	99	0,124	0,124
	50	240	240	0,470	0,470
	65	139	139	0,461	0,461
	80	84	84	0,420	0,420
	100	69	69	0,542	0,542
	125	35	35	0,423	0,423
	150	293	293	5,175	5,175
	157	0	0	0,000	0,000
	168	0	0	0,000	0,000
	200	153	153	4,804	4,804
	219	0	0	0,000	0,000
	250	0	0	0,000	0,000
	260	0	0	0,000	0,000
	TOTAL	1290,5	1290,5	12,48	12,48

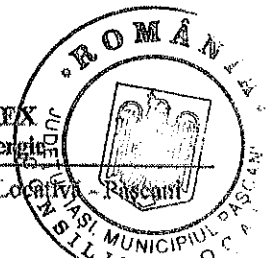
Conducte ACC/RACC preizolate					
C.T. 2	Dn	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	12,7			0,000	0,000
	19,0			0,000	0,000
	25,4	184		0,093	0,000
	31,8			0,000	0,000
	38,1	354		0,403	0,000
	50,8	158		0,320	0,000
	63,5	131		0,415	0,000
	76,2	473		2,156	0,000
	101,6	183		1,483	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	1483,0	0,0	4,87	0,00



**TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS**

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Localități - Răscăniț



Tab. 4.21. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 2

REGIM DE IARNĂ																			
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{sol}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi pe rețea
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]
																			[m³]
20	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0200	0,105	0,110	0,0010	8,208	0,168	0,590	5,80	180,6	0,1	1162,1	0,057
26	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,171	0,588	8,38	0,0	0,1	0,0	0,000
32	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0380	0,119	0,124	0,0007	6,578	0,160	0,575	7,17	0,0	0,1	0,0	0,000
40	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,160	0,564	8,00	98,5	0,1	866,6	0,124
50	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,165	0,549	9,01	239,5	0,1	2372,6	0,470
65	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0004	4,322	0,148	0,530	10,49	438,0	0,1	1604,2	0,481
80	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,135	0,513	11,83	83,5	0,1	1095,6	0,420
100	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,475	11,86	69,0	0,1	807,1	0,542
126	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,120	0,456	13,70	34,5	0,1	622,2	0,423
160	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	15,62	283,0	0,1	5000,9	0,176
167	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	16,11	0,0	0,1	0,0	0,000
188	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,571	0,122	0,424	16,84	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL															1837,5	874,1	135,21	877,24	10,00

Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{sol}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi pe rețea
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]
																			[m³]
20	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,109	0,110	0,0010	8,208	0,168	0,590	5,84	180,6	0,1	1001,6	0,057
26	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,171	0,588	8,66	0,0	0,1	0,0	0,000
32	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0380	0,119	0,124	0,0007	6,578	0,160	0,575	8,24	0,0	0,1	0,0	0,000
40	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,160	0,564	8,85	98,5	0,1	763,3	0,124
50	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,165	0,549	7,83	239,5	0,1	2062,4	0,470
65	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0004	4,322	0,148	0,530	9,12	438,0	0,1	1394,5	0,461
80	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,135	0,513	10,37	83,5	0,1	952,4	0,420
100	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,475	10,39	69,0	0,1	788,6	0,542
126	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,120	0,456	11,86	34,5	0,1	484,0	0,423
160	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	13,49	283,0	0,1	4847,4	0,176
167	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,00	0,0	0,1	0,0	0,000
188	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,571	0,122	0,424	14,84	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL															1837,5	874,1	135,21	877,24	10,00

Conducte ACC preizolate subterane																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{sol}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi pe rețea
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]
																			[m³]
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	9,811	0,164	0,608	4,53	0,0	0,1	0,0	0,000
19	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,105	0,109	0,0010	8,464	0,160	0,597	5,10	0,0	0,1	0,0	0,000
25,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,160	0,587	5,83	184,0	0,1	1180,3	0,093
31,75	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,697	0,161	0,576	6,46	0,0	0,1	0,0	0,000
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0461	0,126	0,130	0,0006	5,817	0,162	0,567	7,10	354,0	0,1	2788,4	0,403
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,168	0,550	8,25	158,0	0,1	1433,9	0,320
63,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,152	0,158	0,0004	4,428	0,161	0,533	9,36	131,0	0,1	1348,9	0,415
78,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,165	0,171	0,0004	3,905	0,139	0,518	10,49	473,0	0,1	6457,8	0,160
101,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1118	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,109	0,476	10,88	183,0	0,1	2210,7	0,483
TOTAL															1837,5	874,1	135,21	877,24	10,00

Pierderi tehnologice de căldură pe rețeaua de distribuție - IARNĂ				UM	Termice	Mecanice
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR				Gcal	49,42	3,038
Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR				Gcal	42,90	2,982
Total încălzire preizolate subterane				Gcal	92,38	5,63
Conducte ACC preizolate subterane				Gcal	62,62	1,739
Conducte Reînnoirea ACC preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate				Gcal	62,62	1,74
TOTAL (din care)				152,37	145,00	67,373

REGIM DE VARĂ

Conducte ACC preizolate subterane																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{sol}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{sol}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de încălzire
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	Pierderi pe rețea
																			Pierderi pe sezon
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,0927	0,087	0,0314	8,768	0,193	0,638	3,68	0	0,1	0,0	0,000
19	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,0990	0,093	0,0010	7,489	0,167	0,625	4,28	0	0,1	0,0	0,000
25,4	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,0954	0,100	0,0008	6,854	0,173	0,614	4,81	184	0,1	873,2	0,093
31,75	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	5,809	0,166	0,601	5,36	0	0,1	0,0	0,000
38,1	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0461	0,1091	0,114	0,0006	5,210	0,174	0,590	5,81	354	0,1	2301,3	0,103
50,8	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0680	0,1270	0,127	0,0008	4,305	0,166	0,571	6,81	156	0,1	1200,3	0,320
63,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,1355	0,142	0,0004	3,770	0,168	0,552	7,68	131	0,1	1133,0	0,415
76,2	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,1492	0,155	0,0004	3,304	0,168	0,535	8,84	473	0,1	4804,4	2,166
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1116	0,1750	0,182	0,0003	2,073	0,130	0,508	10,68	183	0,1	2140,2	1,483

Tab. 4.22. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 2

CT	2		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]			199,3		
dîn care:					
Încălzire			190,2	9,1	199,3
ACC			92,4	5,6	98,0
			97,8	3,5	101,3

Tab. 4.23. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 2

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi				
	Inc.	ACM			Total	Agenci economici	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Inc.		Total pierderi
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [mc]	Total [Gcal]
Ianuarie	316,12	16,75	332,87	274,05	13,28	0,00	13,28	260,77	38,73	222,04	3,46	0,00	53,72	41,00	55,36
Februarie	374,84	20,57	395,41	326,00	20,20	0,00	20,20	305,80	43,95	261,85	0,38	0,00	66,40	51,00	68,84
Martie	269,70	21,20	290,90	253,46	18,28	0,00	18,28	235,18	34,20	200,98	2,02	0,00	31,75	69,00	34,51
Aprilie	142,97	27,61	170,57	142,59	22,04	0,00	22,04	120,55	21,25	99,30	5,57	0,00	17,38	126,00	22,42
Mai	0,00	21,24	21,24	18,05	18,05	0,00	18,05	0,00	0,00	0,00	5,20	0,00	-2,28	57,00	0,00
Iunie	0,00	19,50	19,50	18,23	18,23	0,00	18,23	0,00	0,00	0,00	1,28	0,00	-1,20	30,00	0,00
Iulie	0,00	20,29	20,29	18,12	18,12	0,00	18,12	0,00	0,00	0,00	2,17	0,00	-0,92	23,00	0,00
August	0,00	16,67	16,67	14,88	14,88	0,00	14,88	0,00	0,00	0,00	1,79	0,00	-0,76	19,00	0,00
Septembrie	0,00	21,59	21,59	19,28	19,28	0,00	19,28	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	-0,84	21,00	0,00
Octombrie	153,11	19,65	172,76	139,94	17,54	0,00	17,54	122,40	13,58	108,82	2,10	0,00	26,91	95,00	30,71
Noiembrie	168,84	14,26	183,10	172,39	12,73	0,00	12,73	159,65	24,38	135,27	1,53	0,00	6,67	88,00	10,19
Decembrie	345,91	21,55	367,46	348,88	19,24	0,00	19,24	329,44	51,00	278,44	2,31	0,00	12,23	106,00	16,47
Total	1772,28	240,88	2013,17	1743,67	209,87	0,00	209,87	1533,80	227,08	1306,71	31,01	0,00	209,05	736,00	238,49

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 2 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.24. Bilanțul real anual pe conturul CT 2 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	267157,1	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	2177,3	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	198,7	9,13
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	10,7	0,49
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	2013,2	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	269,5	13,39
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	240,1	11,92
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	29,4	1,46
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	1743,7	86,61
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	1533,8	76,19
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	209,9	10,43

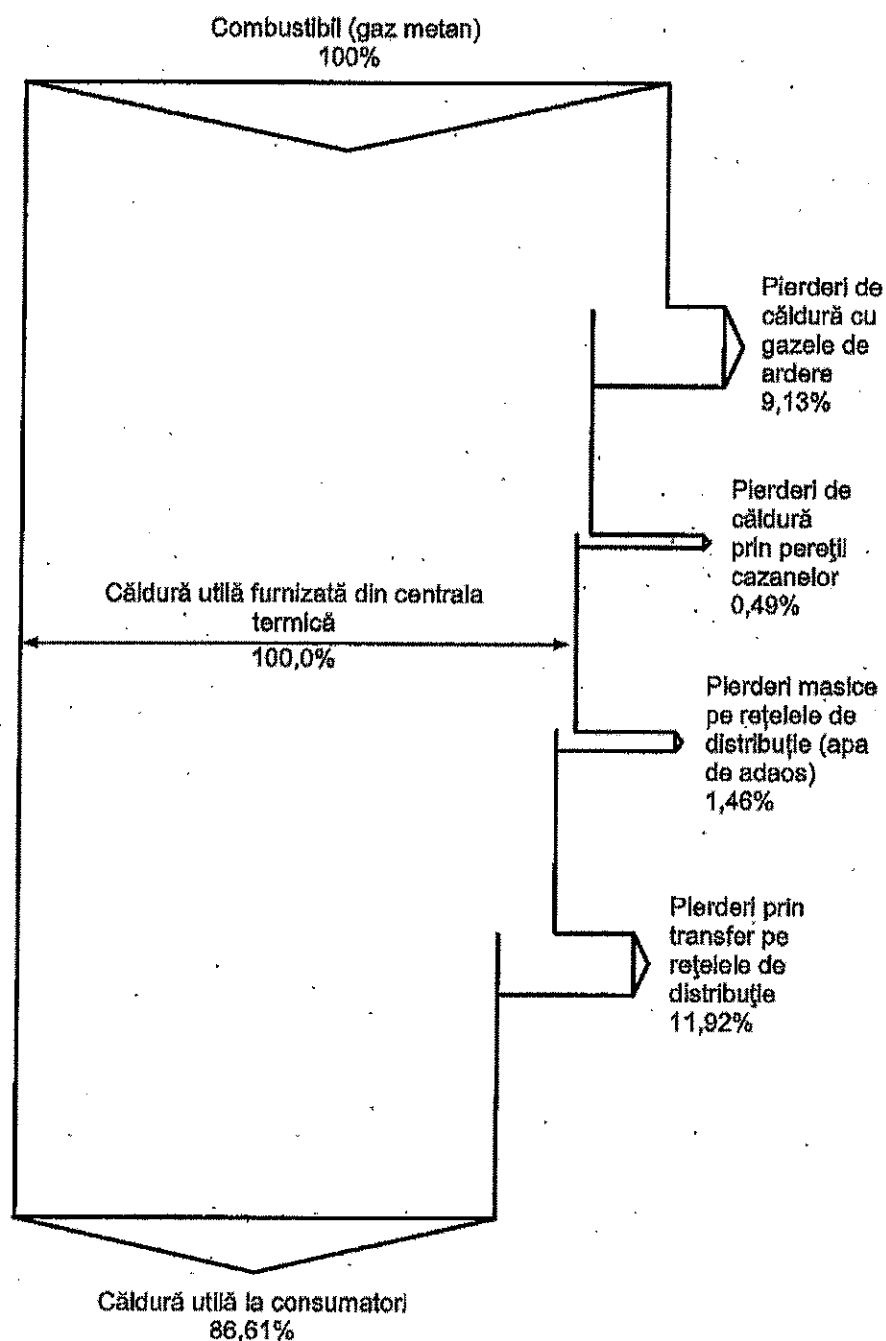


Fig. 4.23. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 2 + rețele de distribuție

4.3. Bilanțul termoelectric real pe conturul centralei termice CT 3 + 6

Centrala termică CT 3+6 este echipată cu trei cazane identice VISSMANN Turbomat RN de 2900 kW fiecare, dotate cu arzătoare WEISHAUP T 50/1-B pentru gaz metan și pompe GRUNDFOS Mb65 de 5,5 kW.

4.3.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 3 + 6

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.3.1.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.25. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	<i>95,4%</i>	<i>67,9%</i>	<i>32,3%</i>
Coeficient de exces de aer α	1,22	1,28	1,39
Temperatura aerului de ardere [°C]	23	23	23
Temperatura gazelor de ardere [°C]	158	151	144
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	324,3	231,0	110,5
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,07	7,88	3,77
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	14,46	10,30	4,93
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	80,5	80,5	80,5
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	60,5	65,0	68,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	86,0	78,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	253,3	272,1	284,7
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	360,1	326,6
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	27,5	27,5	27,5
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	3088,6	2200,0	1052,4
Volum de aer de ardere real [m ³]	3768,1	2816,1	1462,8
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	3412,9	2431,0	1162,9
Volum de gaze de ardere real [m ³]	4092	3047	1573
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	295,3	282,5	267,3

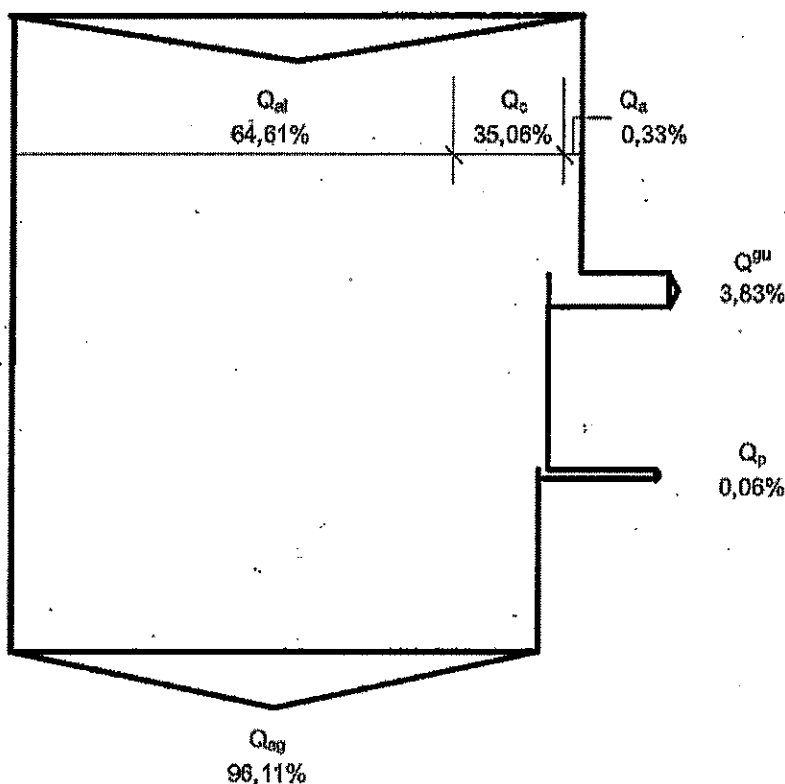
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatul de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.26. CT 3+6: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,4%	67,9%	32,3%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	11,07	7,88	3,77
	[%]	35,1%	26,4%	14,1%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,10	0,08	0,04
	[%]	0,33%	0,26%	0,15%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	20,39	21,91	22,92
	[%]	64,61%	73,35%	85,74%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	31,56	29,87	26,73
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,4%	67,9%	32,3%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,208	0,861	0,421
	[%]	3,83%	2,88%	1,57%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,07%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,23	0,88	0,44
	[%]	3,9%	2,9%	1,6%
Căldură conținută de agentul termic Q_{tg}	[GJ]	30,33	28,99	26,29
	[%]	96,1%	97,0%	98,4%
Randamentul brut al instalației η		96,1%	97,0%	98,4%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,8%	89,8%	89,4%


Fig. 4.24. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă

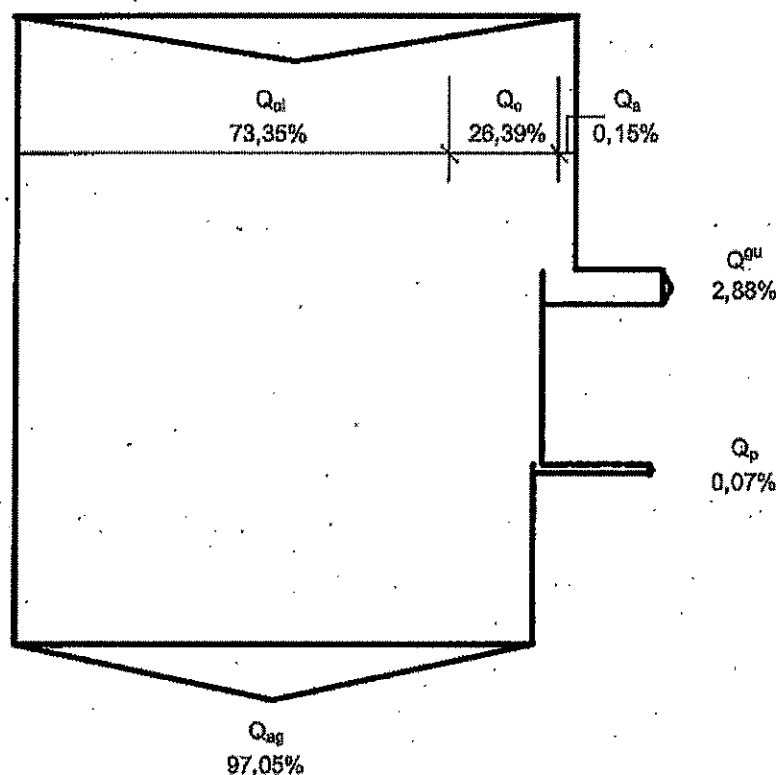


Fig. 4.25. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

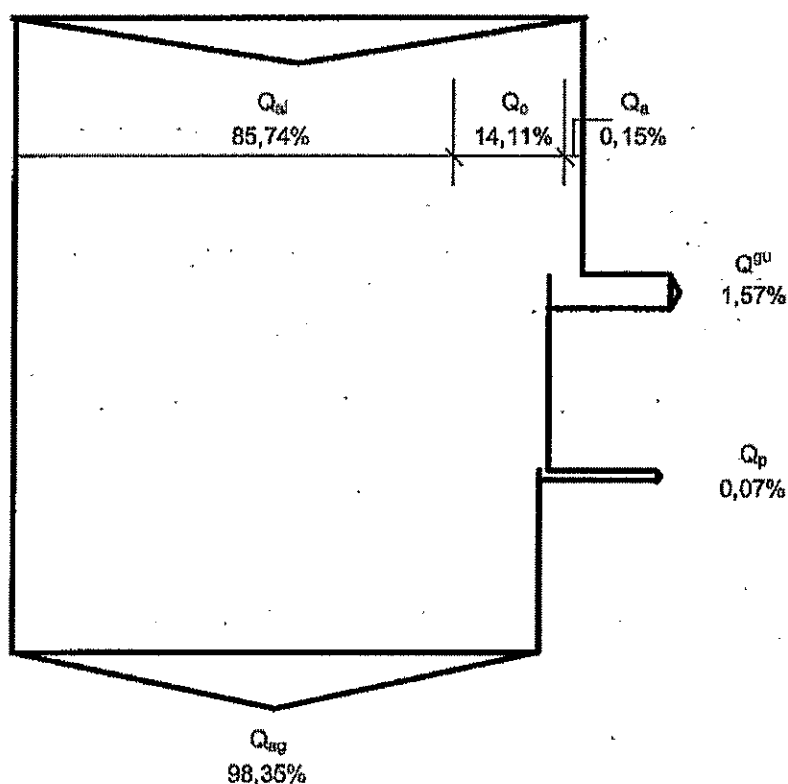


Fig. 4.26. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.3.1.2 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.27. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	93,2%	67,5%	33,7%
Coeeficient de exces de aer α	1,22	1,29	1,38
Temperatura aerului de ardere [°C]	23	23	23
Temperatura gazelor de ardere [°C]	147	151	159
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	315,1	229,7	116,3
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,75	7,84	3,97
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	14,05	10,25	5,19
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	80,0	80,0	80,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	60,5	64,5	68,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,5	85,5	79,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	253,3	270,0	286,8
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	374,7	358,0	330,8
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	27,5	27,5	27,5
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	3001,0	2187,7	1107,2
Volum de aer de ardere real [m ³]	3661,2	2822,1	1527,9
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	3316,1	2417,4	1223,4
Volum de gaze de ardere real [m ³]	3976	3052	1644
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	281,3	281,9	286,9

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.28. CT 3+6: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C2

Componentele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		93,2%	67,5%	33,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	10,75	7,84	3,97
	[%]	34,6%	26,6%	14,7%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,10	0,08	0,04
	[%]	0,32%	0,26%	0,16%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	20,26	21,60	22,94
	[%]	65,12%	73,19%	85,13%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	31,12	29,52	26,95
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		93,2%	67,5%	33,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,119	0,860	0,472
	[%]	3,60%	2,91%	1,75%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,07%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,14	0,88	0,49
	[%]	3,7%	3,0%	1,8%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	29,98	28,64	26,46
	[%]	96,3%	97,0%	98,2%
Randamentul brut al instalației η		96,3%	97,0%	98,2%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		90,3%	89,7%	88,7%

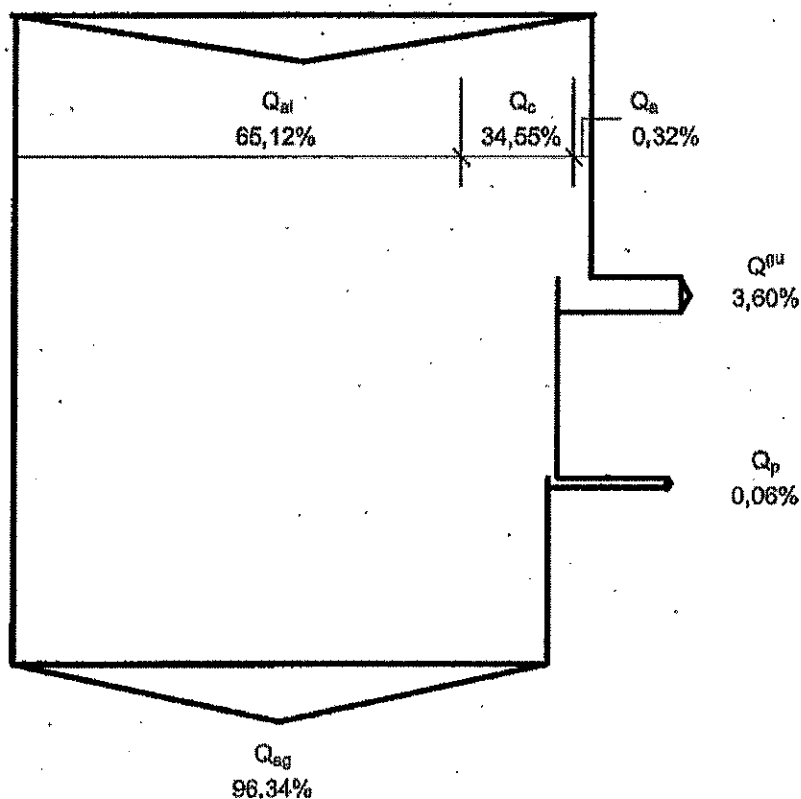


Fig. 4.27. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

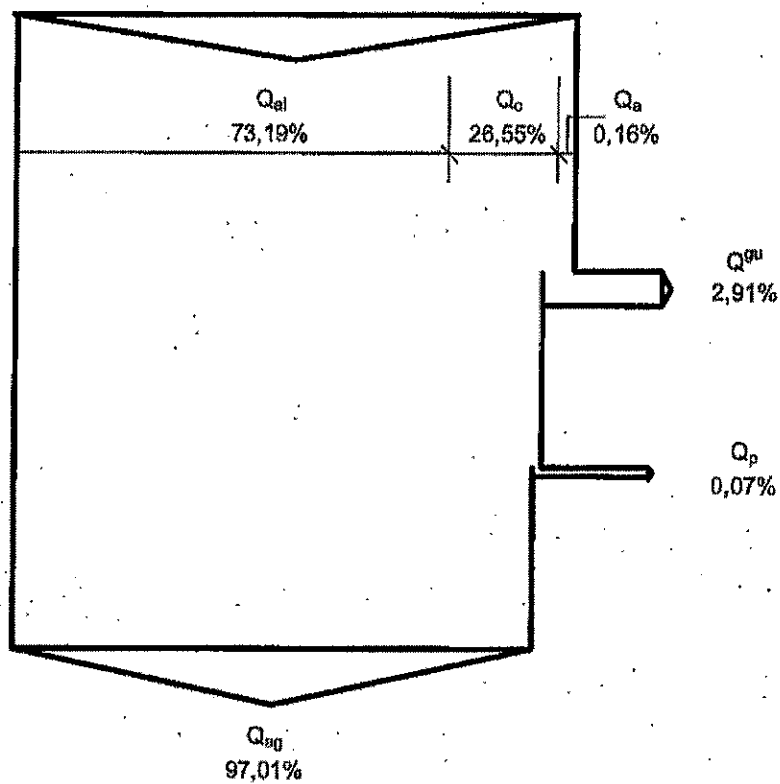


Fig. 4.28. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

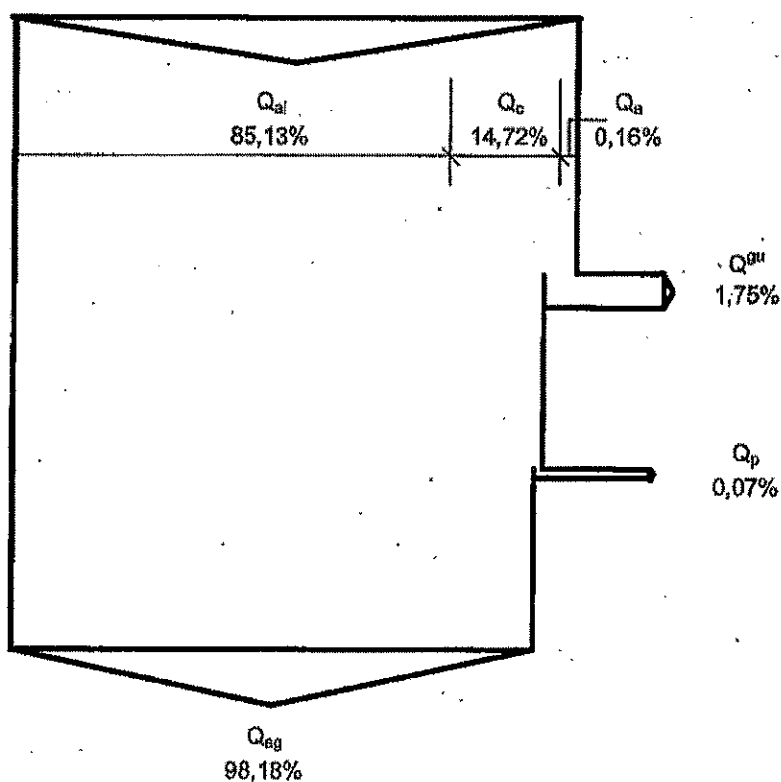


Fig. 4.29. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.3.1.3 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.29. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Încărcare cazan	93,8%	64,7%	32,3%
Coefficient de exces de aer α	1,13	1,15	1,20
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	23	23	23
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	137	142	153
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	314,1	217,6	110,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,72	7,42	3,75
Nr. orăr de kilometri de combustibil n_p consumat orar	14,01	9,70	4,91
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	80,5	80,5	80,5
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	61,0	65,5	68,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	85,5	78,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	255,4	274,2	286,8
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	358,0	328,7
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	27,5	27,5	27,5
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	2991,5	2071,9	1047,6
Volum de aer de ardere real [m^3]	3380,4	2382,7	1257,2
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3305,6	2289,5	1157,6
Volum de gaze de ardere real [m^3]	3694	2600	1367
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	275,2	280,0	290,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.30. CT 3+6: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C3

Componentele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		93,8%	64,7%	32,3%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	10,72	7,42	3,75
	[%]	34,2%	25,1%	14,0%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,07	0,03
	[%]	0,30%	0,22%	0,13%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{ai}	[GJ]	20,56	22,08	23,09
	[%]	65,54%	74,67%	85,90%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	31,37	29,56	26,88
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		93,8%	64,7%	32,3%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,017	0,728	0,397
	[%]	3,24%	2,46%	1,48%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,07%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,04	0,75	0,42
	[%]	3,3%	2,5%	1,6%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	30,33	28,82	26,46
	[%]	96,7%	97,5%	98,4%
Randamentul brut al instalației η		96,7%	97,5%	98,4%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		91,2%	90,8%	89,8%

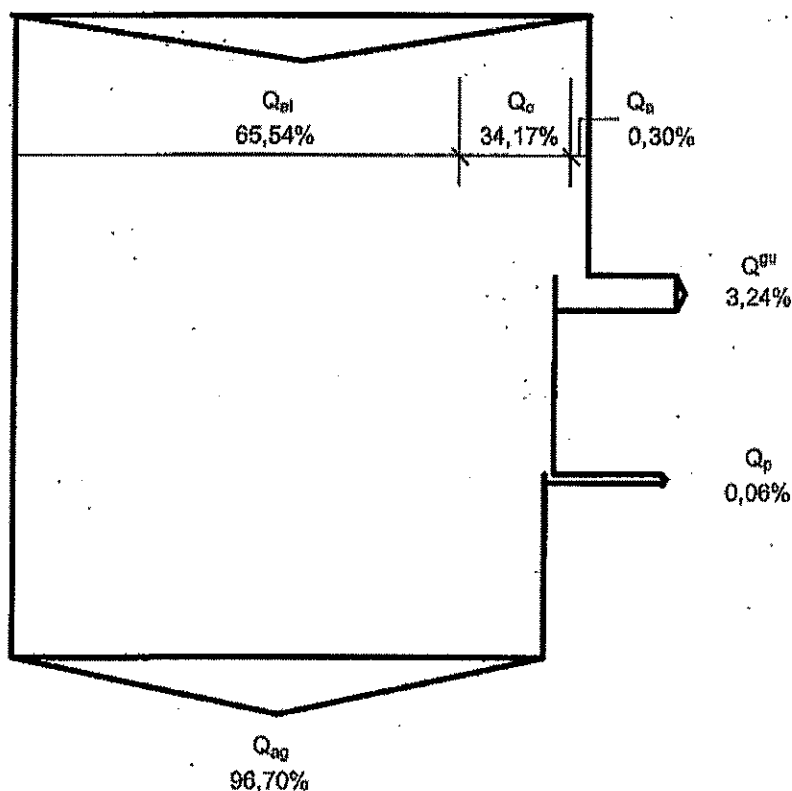


Fig. 4.30. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

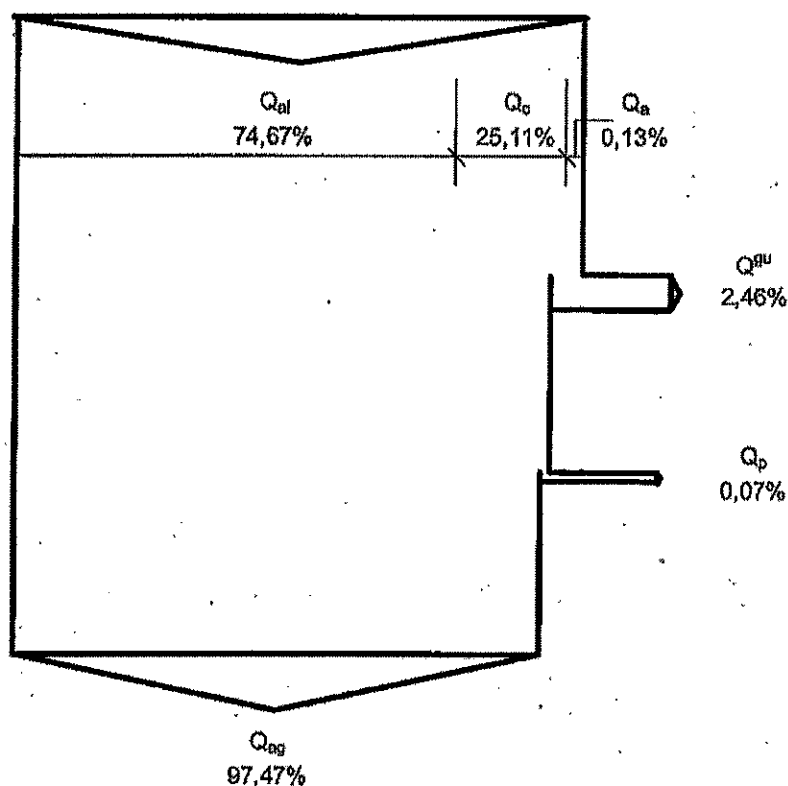


Fig. 4.31. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

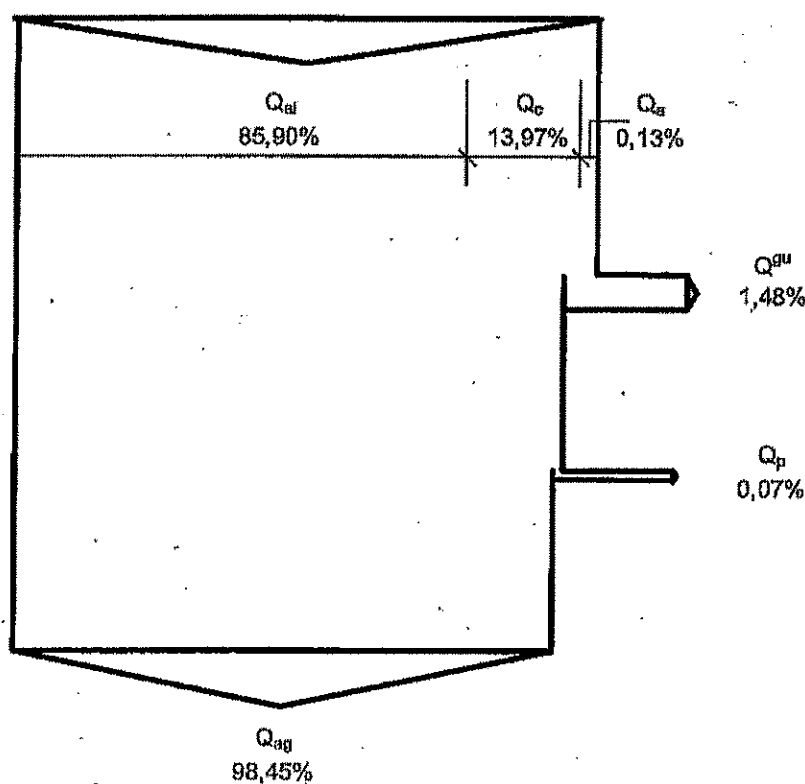


Fig. 4.32. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.3.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 3 + 6

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.34 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 3 + 6 la consumatorii finali.

Tab. 4.31. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 3+ 6

Conducte încălzire preizolate					
	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
C.T. 3+6	20	0	0	0,000	0,000
	25	0	0	0,000	0,000
	32	0	0	0,000	0,000
	40	0	0	0,000	0,000
	50	182	182	0,356	0,356
	65	92	92	0,305	0,305
	80	65	65	0,327	0,327
	100	157	157	1,232	1,232
	125	87	87	1,067	1,067
	150	85	85	1,501	1,501
	157	0	0	0,000	0,000
	168	0	0	0,000	0,000
	200	0	0	0,000	0,000
	219	0	0	0,000	0,000
	250	299	299	14,670	14,670
	260	0	0	0,000	0,000
	TOTAL	966,5	966,5	19,46	19,46

Conducte ACC/RACC preizolate					
	Dn	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
C.T. 3+6	12,7			0,000	0,000
	19,0			0,000	0,000
	25,4			0,000	0,000
	31,8			0,000	0,000
	38,1	113		0,129	0,000
	50,8	160		0,324	0,000
	63,5	100		0,317	0,000
	76,2	38		0,173	0,000
	101,6	755		6,118	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	1166,0	0,0	7,06	0,00

Tab. 4.32. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 3+6
REGIM DE IARNĂ

Conducțe încălzire preizolată subterană - TUR																			Pierderi tehnologice prin apă de aduc						
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi tehnologice prin apă de aduc						
d_{ia}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ap}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{ap}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi anuale	Pierderi pe sezon				
[mm]	[°C]	[°C]		[W/m·°C]			[m]	[m]	[m]	[m]	[m²·Gcal]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[Mcal]	[Gcal]				
20	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,108	0,110	0,0010	5,288	0,158	0,588	8,80	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000				
25	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,118	0,0008	7,468	0,171	0,588	6,38	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000				
32	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,116	0,124	0,0007	5,678	0,180	0,575	7,17	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000				
40	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,584	8,00	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000				
50	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,549	9,01	181,6	0,1	1797,9	0,358	0,001	33,2				
65	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,160	0,0005	4,322	0,148	0,530	10,49	92,0	0,1	1051,7	0,305	0,001	28,4				
80	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,135	0,513	11,93	85,0	0,1	852,6	0,327	0,001	30,4				
100	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	11,95	167,0	0,1	2063,9	1,232	0,002	114,8				
125	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,128	0,465	13,76	87,0	0,1	1318,0	1,067	0,002	99,5				
150	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	15,52	85,0	0,1	1450,8	1,501	0,003	127,81				
167	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	16,11	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000				
188	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,282	0,0003	2,571	0,122	0,424	18,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000				
															56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0000	0,000	0,000	0,000

Conducțe încălzire preizolată subterană - RETUR																			Pierderi tehnologice prin apă de aduc			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi pe sezon			
d_{ia}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ap}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{ap}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi anuale	Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m ³]	[Mcal]	[Gcal]	
20	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,108	0,110	0,0010	8,288	0,158	0,588	5,04	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
25	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,118	0,0008	7,468	0,171	0,588	5,66	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
32	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,116	0,124	0,0007	6,579	0,180	0,575	8,24	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
40	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,584	8,95	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
50	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,549	7,83	181,6	0,1	1663,0	0,358	0,001	28,3	
65	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,160	0,0005	4,322	0,148	0,530	9,12	92,0	0,1	923,0	0,305	0,001	24,3	
80	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0005	3,761	0,135	0,513	10,37	85,0	0,1	741,4	0,327	0,001	25,0	
100	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	10,39	167,0	0,1	1784,2	1,232	0,002	98,0	
125	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,282	0,128	0,465	11,98	87,0	0,1	1144,8	1,067	0,002	84,9	
150	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	13,49	85,0	0,1	1281,2	1,501	0,003	119,4	
167	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,00	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
188	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,571	0,122	0,424	14,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
															1667,51	10544,1	27,78	2207,8				

Conducțe ACC preizolată subterană																			Pierderi tehnologice prin apă de aduc			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi tehnologice prin apă de aduc			
d_{ia}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ap}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{ap}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi anuale	Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]			[W/m·°C]		[m]	[m]	[m]	[m]	[m ² /W]	[m ² /W]	[m ² /W]	[m ² /W]	[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m ³]	[Mcal]	[Gcal]	
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	6,511	0,154	0,608	4,53	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
19	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,105	0,109	0,0010	6,464	0,159	0,597	5,19	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
25,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,468	0,160	0,587	5,83	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
31,75	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,657	0,161	0,578	6,48	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000	
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,126	0,130	0,0006	6,017	0,162	0,567	7,10	113,0	0,1	883,1	0,129	0,000	30,8	
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,138	0,550	8,25	180,0	0,1	1452,0	0,324	0,001	27,2	
63,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,162	0,168	0,0004	4,428	0,151	0,533	9,39	100,0	0,1	1028,7	0,317	0,001	26,8	
78,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,185	0,171	0,0004	3,905	0,138	0,518	10,49	38,0	0,1	438,5	0,173	0,000	14,5	
101,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1118	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,109	0,478	10,98	755,0	0,1	9120,6	6,118	0,012	513,9	
TOTAL																			1667,51	10544,1	27,78	2207,8

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNĂ		UM	Tonice/Masele
CT 3+6		Gcal	21,23
Conducțe încălzire preizolată subterană - TUR		Gcal	1,897
Conducțe încălzire preizolată subterană - RETUR		Gcal	27,15
Total încălzire preizolată subterană		Gcal	58,38
Conducțe ACC preizolată subterană		Gcal	47,24
Conducțe Recirculare ACC preizolată subterană		Gcal	0,00
Total ACC-RACC preizolată		Gcal	47,24
TOTAL		Gcal	105,62

REGIM DE VARĂ

Conducțe ACC preizolată subterană																			Pierderi tehnologice prin apă de aduc				
Floriendi tehnologice prin transfer de căldură																			Volum rețea	Pierderi anuale	Pierderi pe sezon		
d_{ia}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ap}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{ap}	R_p	R_k	R_{ap}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	[m ³]	[Mcal]	[Gcal]		
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]	[m ² /W]	[m ² /W]	[m ² /W]	[m ² /W]	[W/m]	[m]	[m]	[W]		[Mcal]	[Gcal]		
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,0927	0,087	0,0014	6,768	0,183	0,638	3,08	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000		
19	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,0990	0,093	0,0010	7,489	0,187	0,625	4,25	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000		
25,4	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,0954	0,100	0,0008	6,554	0,175	0,614	4,81	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000		
31,75	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	5,809	0,180	0,621	5,35	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000		
38,1	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,1091	0,114	0,0006	5,210	0,174	0,592	5,91	119	0,1	734,6	0,129	0,000	10,8		
50,8	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,1220	0,127	0,0005	4,385	0,168	0,571	8,91	180	0,1	1215,5	0,324	0,001	27,2		
63,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,1465	0,142	0,0004	3,770	0,168	0,571	7,88	180	0,1	864,9	0,317	0,001	26,8		
75,2	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0862	0,1592	0,166	0,0004	3,304	0,163	0,535	8,84	38	0,1	388,6	0,173	0,000	14,5		
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1118	0,1756	0,182	0,0003	2,873	0,130	0,509	10,69	755	0,1	895,3	0,118	0,012	53,9		
127	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1482	0,1954	0,200	0,0002	2,483	0,118	0,483	12,69	1882	0,1	1235,5	0,103	0,023	68,0		

Tab. 4.33. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 3 + 6

CT	3+6		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]	158,2	din care:	149,6	8,6	158,2
		Încălzire	58,4	3,5	61,9
		ACC	91,2	5,0	96,3

Tab. 4.34. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 3 + 6

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	[Gcal]
	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice (mc)	Total	
Ianuarie	571,47	44,39	615,86	562,60	43,09	7,89	35,19	519,52	106,48	413,04	1,30	0,00	37,07	372,00	51,95	63,25
Februarie	654,60	58,06	710,66	651,24	56,15	8,88	47,27	595,09	127,00	468,09	-0,09	0,00	46,23	332,00	59,51	59,42
Martie	535,69	51,21	586,91	561,61	51,42	10,67	40,75	510,19	99,76	410,42	-0,21	0,00	12,47	326,00	25,51	25,30
Aprilie	299,43	58,46	355,88	339,51	65,76	8,25	57,50	273,75	52,98	220,79	-9,30	0,00	10,52	379,00	25,68	16,38
Mai	0,00	53,90	53,90	51,70	51,70	10,36	41,32	0,00	0,00	0,00	2,20	0,00	-2,24	56,00	0,00	2,20
Iunie	0,00	47,90	47,90	45,83	45,83	6,65	39,18	0,00	0,00	0,00	2,07	0,00	-1,92	48,00	0,00	2,07
Iulie	0,00	55,20	55,20	42,46	42,46	1,87	40,60	0,00	0,00	0,00	12,74	0,00	-2,84	71,00	0,00	12,74
August	0,00	51,08	51,08	39,29	39,29	1,22	38,07	0,00	0,00	0,00	11,79	0,00	-0,12	3,00	0,00	11,79
Septembrie	0,00	54,01	54,01	41,55	41,55	4,74	36,81	0,00	0,00	0,00	12,46	0,00	-0,40	10,00	0,00	12,46
Octombrie	299,73	46,06	345,84	307,99	35,43	6,65	28,78	272,58	57,01	215,55	10,63	0,00	17,31	248,00	27,23	37,86
Noiembrie	420,83	45,94	466,82	418,09	35,43	7,46	27,97	382,65	81,84	301,02	10,51	0,00	27,58	266,00	38,22	48,74
Decembrie	746,78	56,26	803,04	753,66	42,46	7,73	34,73	711,22	146,01	565,21	13,80	0,00	22,72	321,00	35,56	49,36
Total	3528,64	618,47	4147,11	3815,55	550,56	82,38	468,17	3264,96	679,85	2584,13	67,91	0,00	166,38	2432,00	263,66	331,56

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 3 + 6 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.35. Bilanțul real anual pe conturul CT 3 + 6 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	523147,6	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	4263,7	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	418,1	9,81
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	11,5	0,27
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	4147,1	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	331,6	8,00
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	234,3	5,65
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	97,3	2,35
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	3815,5	92,00
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	3265,0	78,73
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	550,6	13,28

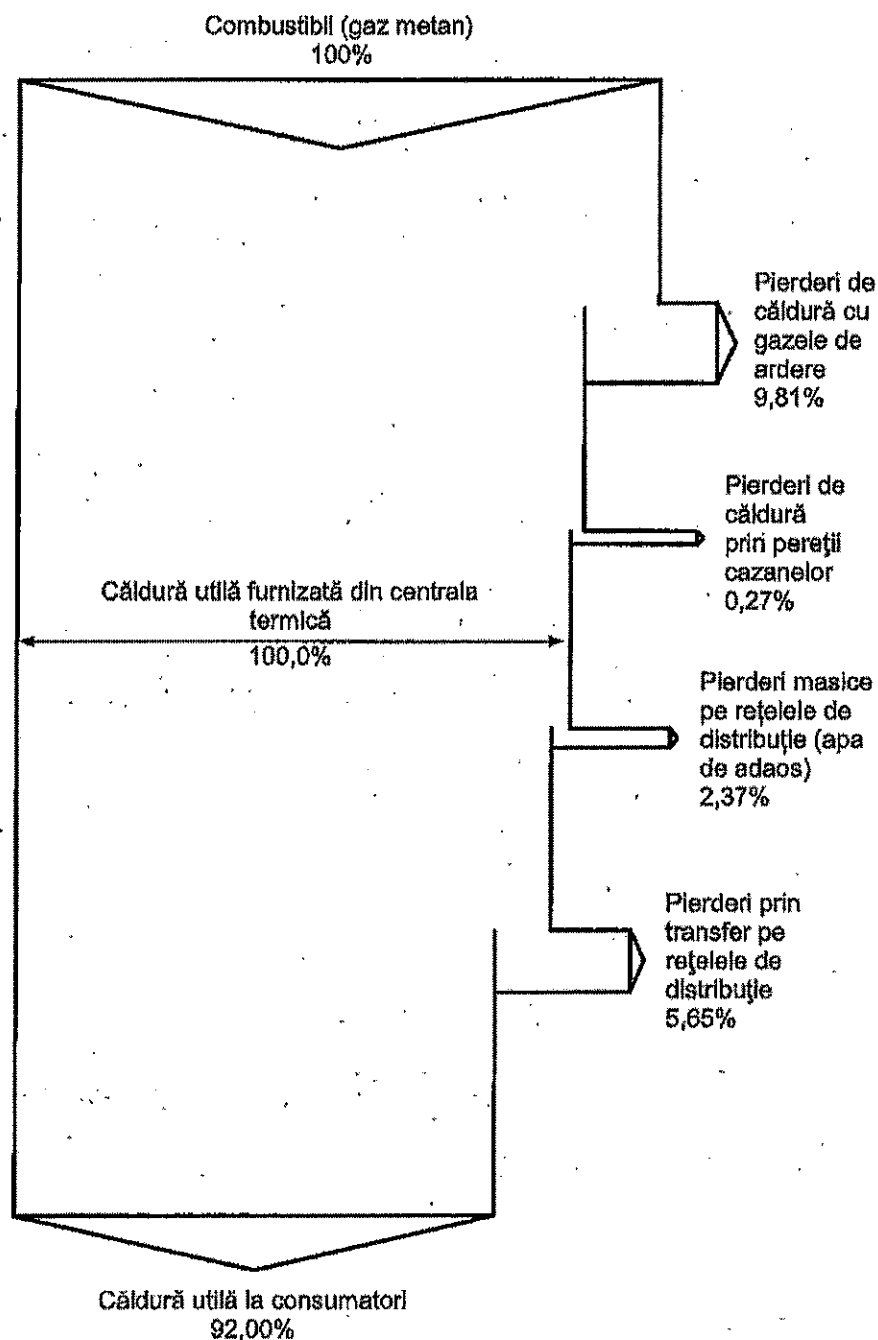


Fig. 4.33. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 3+6 + rețelele de distribuție

4.4. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 4

Centrala termică CT 4 este echipată cu trei cazane identice CHAPPÉE CX HR2 de 2900 kW fiecare, dotate cu arzătoare SICMA - RAG GS 380 pentru gaz metan și pompe SALMSON LRL 412 de 4 kW.

4.4.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 4

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.4.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.36. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	<i>92,9%</i>	<i>60,2%</i>	<i>37,7%</i>
Coeficient de exces de aer α	1,35	1,44	1,58
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	188	193	200
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	323,9	212,3	135,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,05	7,24	4,61
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	14,45	9,47	6,02
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	71,5	73,0	74,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	85,0	82,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	299,4	305,6	311,9
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	355,9	343,3
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3084,8	2021,9	1285,7
Volum de aer de ardere real [m^3]	4164,5	2911,6	2031,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3408,7	2234,2	1420,7
Volum de gaze de ardere real [m^3]	4488	3124	2166
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	325,3	327,0	329,6

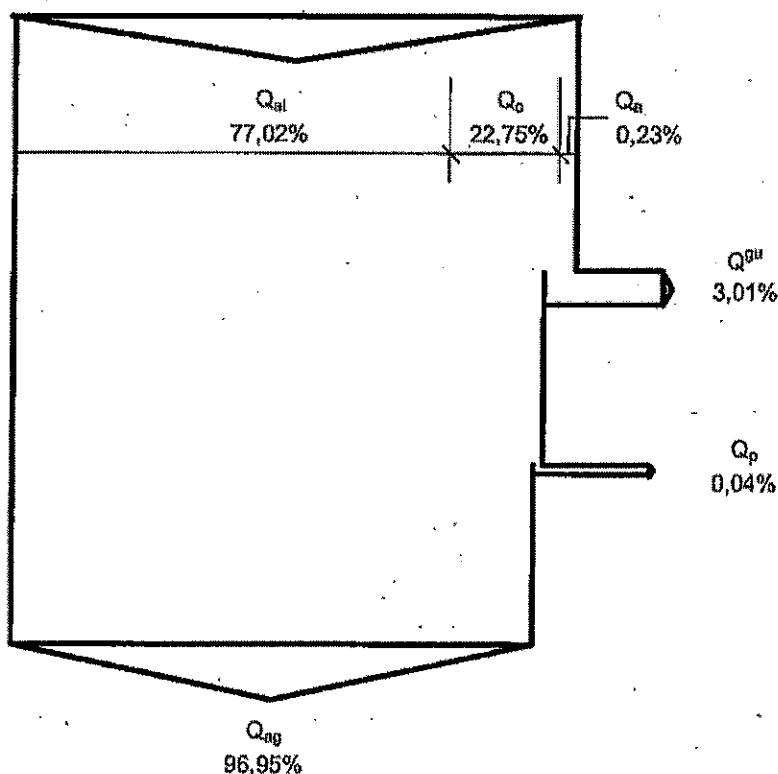
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.37. CT 4: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		92,9%	60,2%	37,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_o	[GJ]	11,05	7,24	4,61
	[%]	22,7%	15,9%	10,6%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,11	0,08	0,05
	[%]	0,23%	0,17%	0,12%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,42	38,20	38,99
	[%]	77,02%	83,92%	89,32%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	48,58	45,53	43,65
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		92,9%	60,2%	37,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,460	1,022	0,714
	[%]	3,01%	2,24%	1,64%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,48	1,04	0,73
	[%]	3,0%	2,3%	1,7%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	47,10	44,48	42,91
	[%]	97,0%	97,7%	98,3%
Randamentul brut al instalației η		97,0%	97,7%	98,3%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		87,6%	86,7%	85,2%


Fig. 4.34. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă



TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Localități

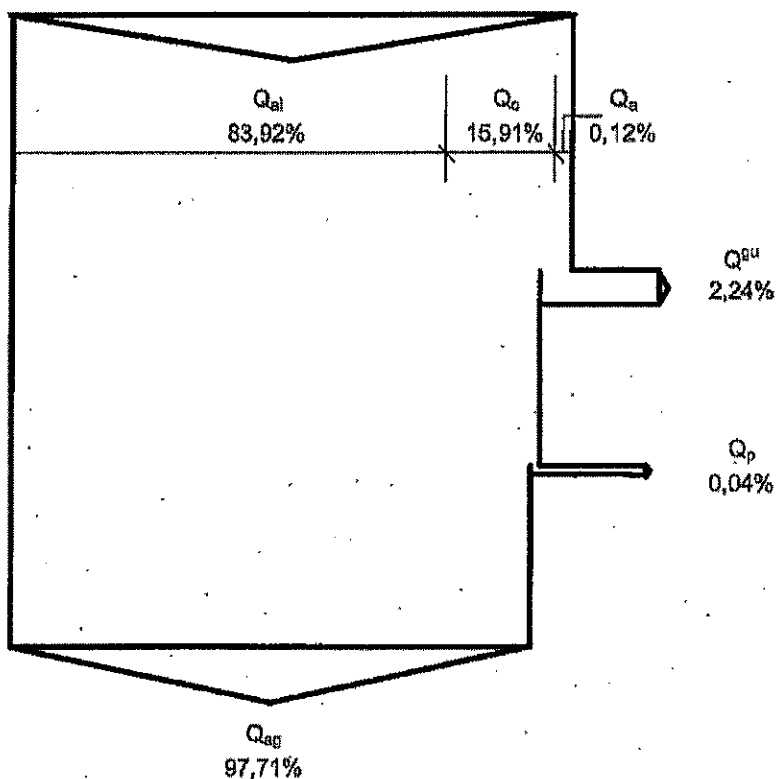


Fig. 4.35. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

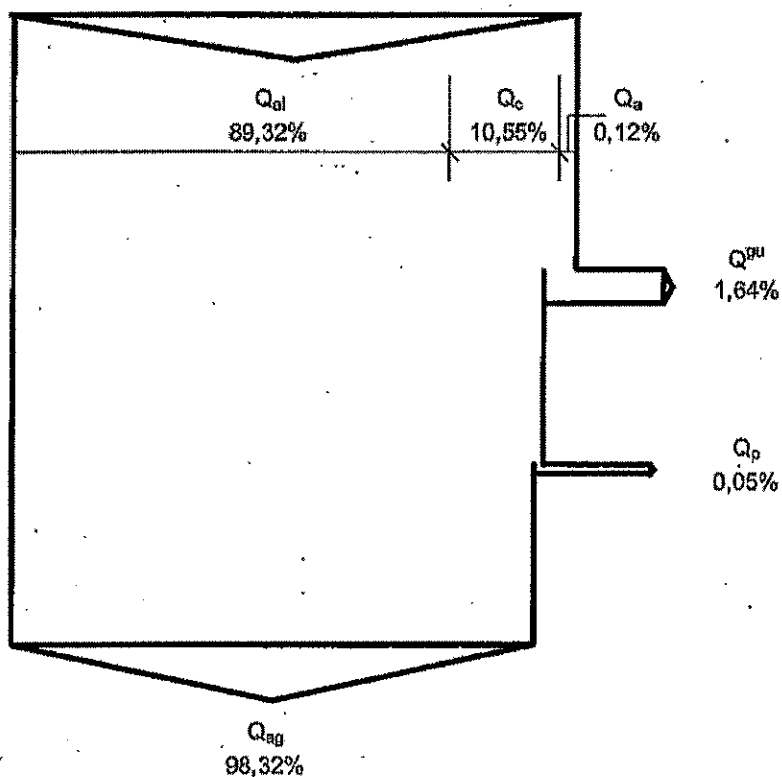


Fig. 4.36. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.4.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.38. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	94,6%	57,3%	37,4%
Coefficient de exces de aer α	1,52	1,58	1,66
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	137	141	155
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	323,0	196,8	130,4
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,02	6,72	4,45
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	14,41	8,78	5,82
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	124,0	124,0	124,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	71,0	73,5	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	85,0	82,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	297,3	307,7	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	355,9	345,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3076,3	1874,3	1241,9
Volum de aer de ardere real [m^3]	4675,9	2961,4	2061,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3399,3	2071,1	1372,3
Volum de gaze de ardere real [m^3]	4999	3158	2192
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	252,0	254,5	269,2

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.39. CT 4: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

Componentele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		94,6%	57,3%	37,4%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	11,02	6,72	4,45
	[%]	23,0%	14,9%	10,2%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,12	0,08	0,05
	[%]	0,26%	0,17%	0,13%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	36,86	38,16	38,94
	[%]	76,78%	84,89%	89,63%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	48,01	44,95	43,44
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		94,6%	57,3%	37,4%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,260	0,804	0,590
	[%]	2,62%	1,79%	1,36%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,28	0,82	0,61
	[%]	2,7%	1,8%	1,4%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	46,72	44,13	42,83
	[%]	97,3%	98,2%	98,6%
Randamentul brut al instalației η		97,3%	98,2%	98,6%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,5%	88,9%	87,5%

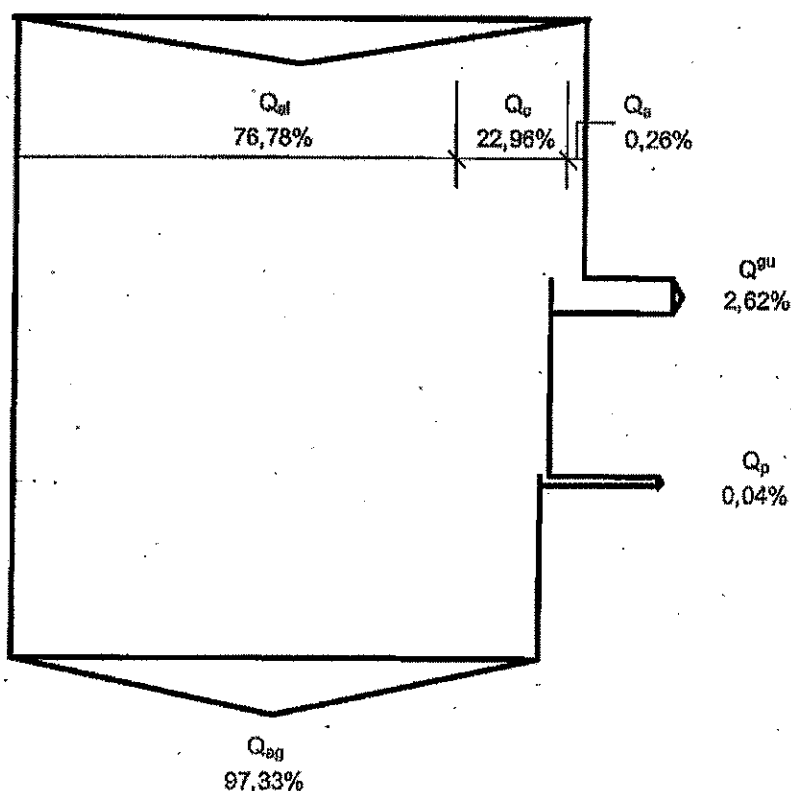


Fig. 4.37. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

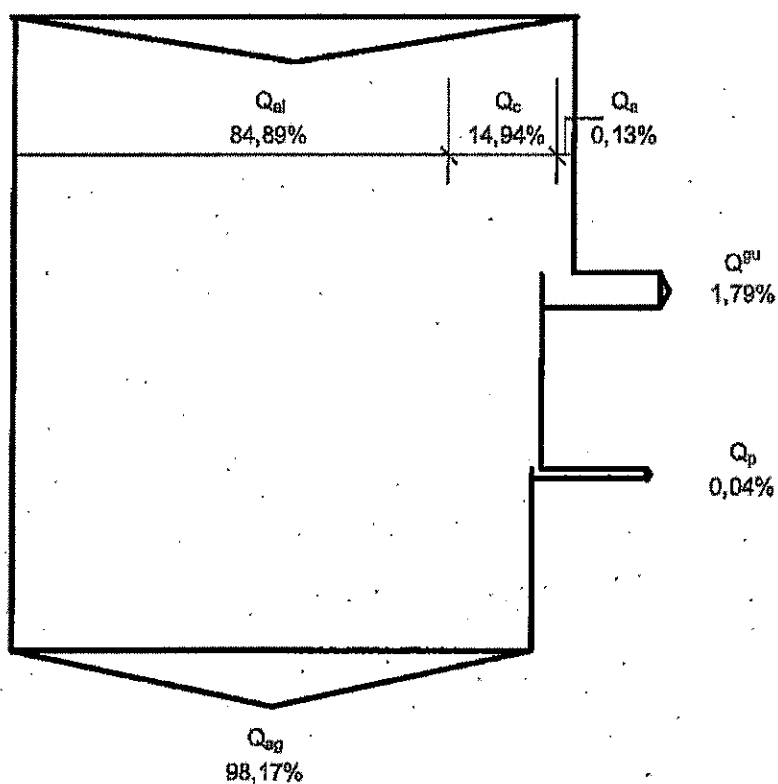
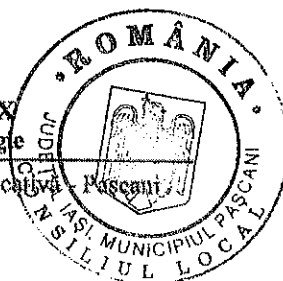


Fig. 4.38. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

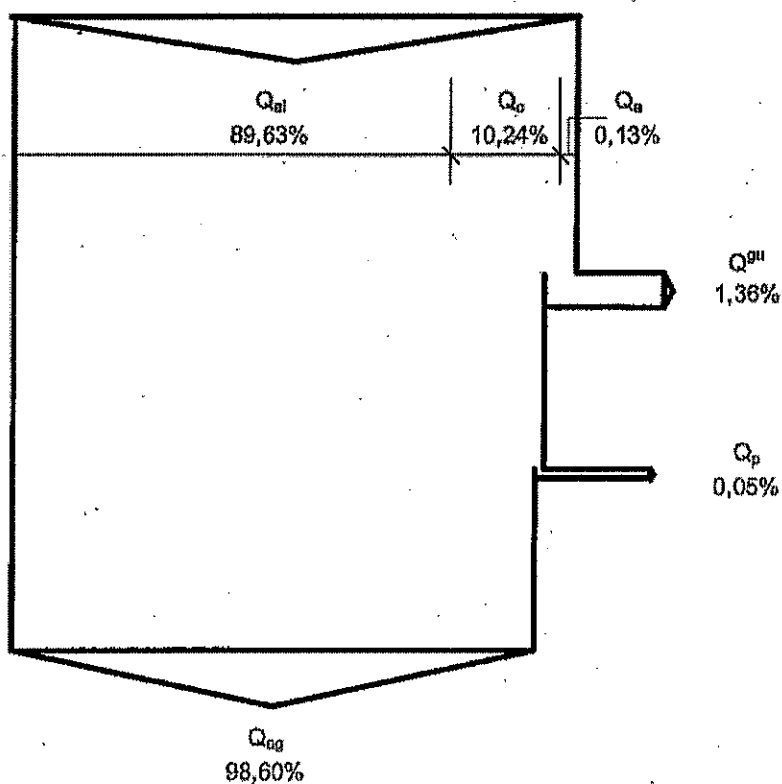


Fig. 4.39. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.4.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.40. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Încărcare cazan	94,6%	64,7%	44,8%
Coefficient de exces de aer α	1,20	1,24	1,33
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	180	185	192
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	325,2	223,9	156,8
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,10	7,64	5,35
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	14,50	9,99	6,99
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	124,0	124,0	124,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	71,0	73,0	74,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	86,0	83,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	297,3	305,6	309,8
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	360,1	347,5
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3097,2	2132,4	1493,4
Volum de aer de ardere real [m^3]	3716,6	2644,2	1986,2
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3422,4	2356,3	1650,2
Volum de gaze de ardere real [m^3]	4042	2868	2143
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	324,5	328,1	331,5

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.41. CT 4: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

Componentele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		94,6%	64,7%	44,8%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	11,10	7,64	5,35
	[%]	23,1%	16,8%	12,2%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,10	0,07	0,05
	[%]	0,20%	0,15%	0,12%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	36,86	37,90	38,42
	[%]	76,70%	83,10%	87,67%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	48,06	45,61	43,82
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		94,6%	64,7%	44,8%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{ga}	[GJ]	1,311	0,941	0,710
	[%]	2,73%	2,06%	1,62%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,33	0,96	0,73
	[%]	2,8%	2,1%	1,7%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	46,72	44,65	43,09
	[%]	97,2%	97,9%	98,3%
Randamentul brut al instalației η		97,2%	97,9%	98,3%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_b		88,9%	88,3%	87,3%

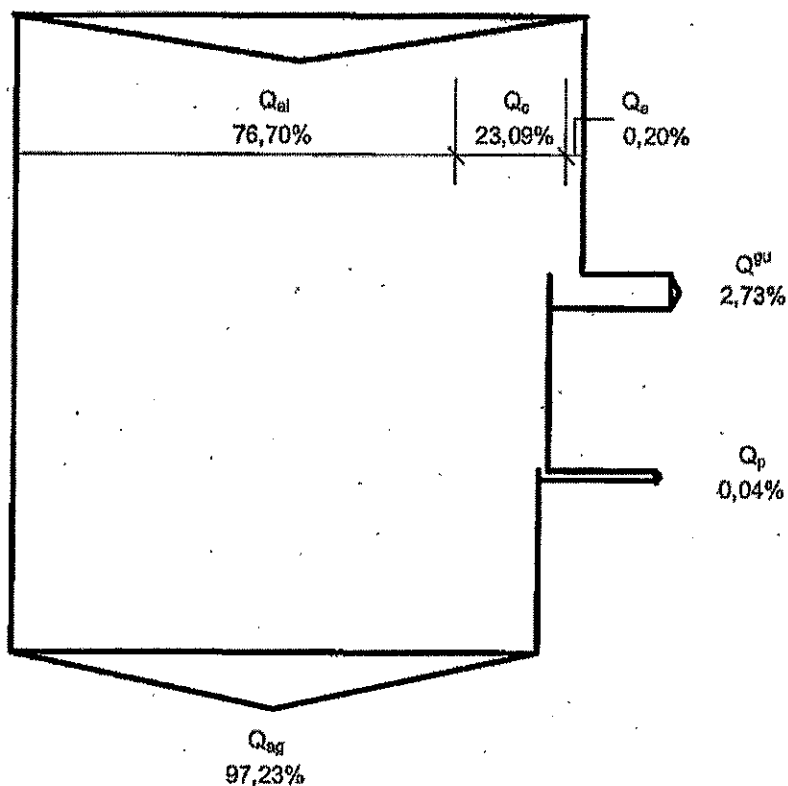


Fig. 4.40. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

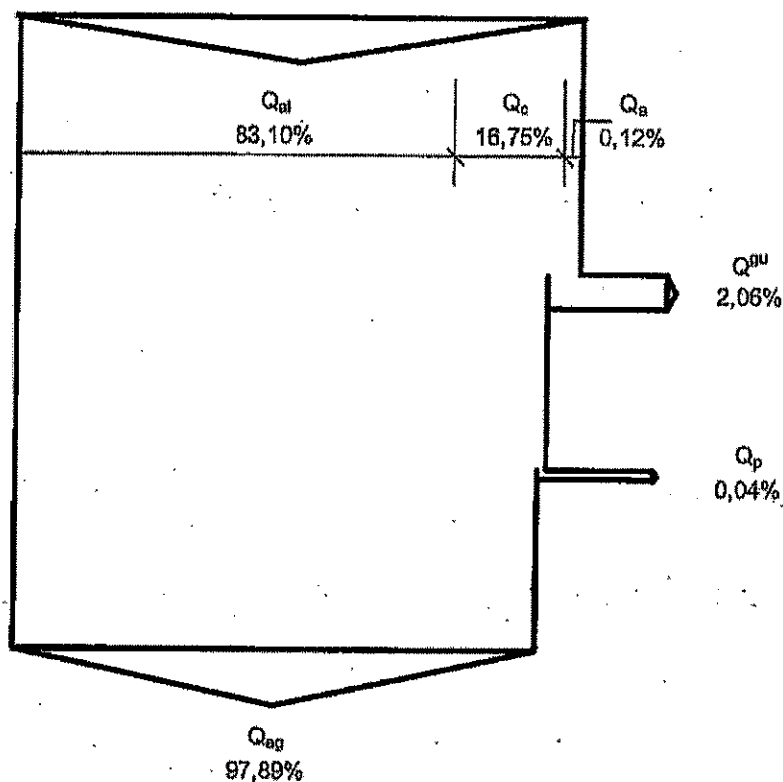


Fig. 4.41. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

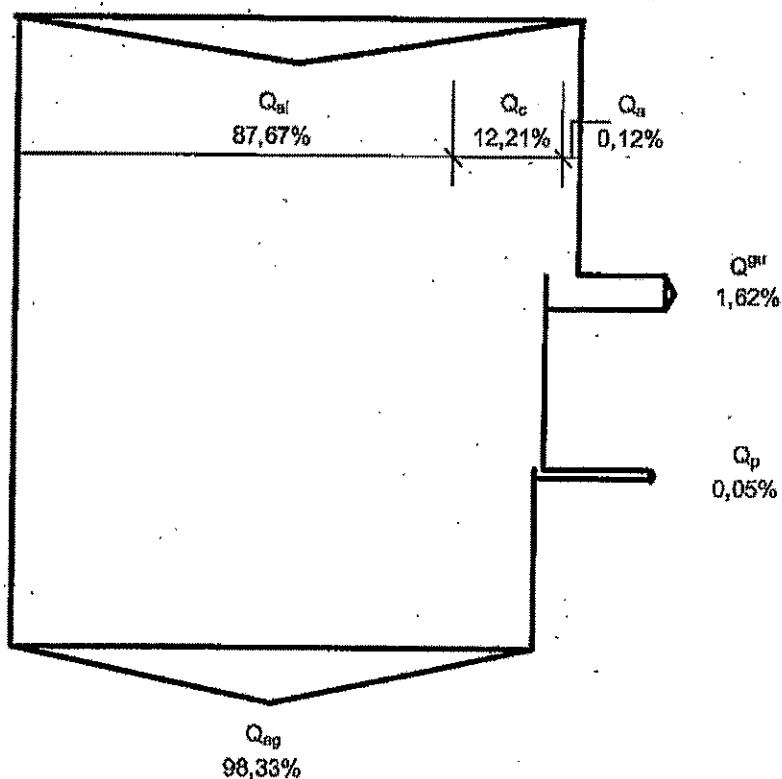


Fig. 4.42. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.4.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 4

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresiune - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.45 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 4 la consumatorii finali.

Tab. 4.42. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 4

Conducte încălzire preizolate					
C.T. 4	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	20	0	0	0,000	0,000
	25	0	0	0,000	0,000
	32	0	0	0,000	0,000
	40	6	6	0,008	0,008
	50	120	120	0,235	0,235
	65	327	327	1,083	1,083
	80	372	372	1,866	1,866
	100	189	189	1,480	1,480
	125	217	217	2,656	2,656
	150	86	86	1,519	1,519
	157	0	0	0,000	0,000
	168	0	0	0,000	0,000
	200	424	424	13,298	13,298
	219	0	0	0,000	0,000
	250	0	0	0,000	0,000
	260	0	0	0,000	0,000
	TOTAL	1738,0	1738,0	22,14	22,14

Conducte ACC/RACC preizolate					
C.T. 4	Dn	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	12,7			0,000	0,000
	19,0			0,000	0,000
	25,4			0,000	0,000
	31,8	54		0,043	0,000
	38,1	308		0,351	0,000
	50,8	463		0,938	0,000
	63,5	356		1,127	0,000
	76,2	287		1,308	0,000
	101,6	194		1,572	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	1662,0	0,0	5,34	0,00

Tab. 4.43. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 4

REGIM DE IARNA																			
Conducute încălzire preizolate subterane - TUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{ad}	h	d_o	d_e	d_{ap}	R_p	R_{te}	R_{ap}	R_{ad}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de aducere
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]
																			[m³]
20	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,108	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,698	5,60	0,0	0,1	0,0	0,000
26	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,468	0,171	0,686	5,38	0,0	0,1	0,0	0,000
32	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0359	0,119	0,124	0,0007	6,679	0,180	0,676	5,17	0,0	0,1	0,0	0,000
40	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0005	5,847	0,180	0,684	5,00	0,0	0,1	0,0	0,000
50	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0003	5,112	0,185	0,648	4,81	0,0	0,1	0,0	0,000
65	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0002	4,322	0,148	0,630	4,69	0,0	0,1	0,0	0,000
80	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0800	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,185	0,613	4,53	0,0	0,1	0,0	0,000
100	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,478	4,49	0,0	0,1	0,0	0,000
125	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,455	4,37	0,0	0,1	0,0	0,000
150	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	4,25	0,0	0,1	0,0	0,000
167	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	4,11	0,0	0,1	0,0	0,000
168	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,671	0,122	0,424	4,04	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL															16,84	0,0	0,1	0,0	0,000

REGIM DE IARNA																			
Conducute încălzire preizolate subterane - RETUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{ad}	h	d_o	d_e	d_{ap}	R_p	R_{te}	R_{ap}	R_{ad}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de aducere
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]
																			[m³]
20	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,108	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,698	5,64	0,0	0,1	0,0	0,000
26	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,468	0,171	0,686	5,65	0,0	0,1	0,0	0,000
32	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0359	0,119	0,124	0,0007	6,679	0,180	0,676	5,24	0,0	0,1	0,0	0,000
40	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0005	5,847	0,180	0,684	5,95	0,0	0,1	0,0	0,000
50	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0003	5,112	0,185	0,648	7,83	0,0	0,1	0,0	0,000
65	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0002	4,322	0,148	0,630	9,12	0,0	0,1	0,0	0,000
80	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0800	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,185	0,613	10,37	0,0	0,1	0,0	0,000
100	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,478	10,39	0,0	0,1	0,0	0,000
125	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,455	11,96	0,0	0,1	0,0	0,000
150	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	13,49	0,0	0,1	0,0	0,000
167	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,00	0,0	0,1	0,0	0,000
168	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,671	0,122	0,424	14,64	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL															14,64	0,0	0,1	0,0	0,000

REGIM DE IARNA																			
Conducute ACC preizolate subterane																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{ad}	h	d_o	d_e	d_{ap}	R_p	R_{te}	R_{ap}	R_{ad}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de aducere
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]
																			[m³]
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,097	0,099	0,0014	9,811	0,164	0,608	4,53	0,0	0,1	0,0	0,000
19	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,105	0,109	0,0010	8,484	0,159	0,597	5,19	0,0	0,1	0,0	0,000
26,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,468	0,160	0,587	5,83	0,0	0,1	0,0	0,000
31,76	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,667	0,161	0,578	6,48	0,0	0,1	0,0	0,000
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0461	0,125	0,130	0,0006	6,017	0,162	0,567	7,10	0,0	0,1	0,0	0,000
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,138	0,560	8,26	0,0	0,1	0,0	0,000
63,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0716	0,162	0,168	0,0004	4,428	0,161	0,533	9,80	0,0	0,1	0,0	0,000
76,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,165	0,171	0,0004	3,905	0,139	0,518	10,49	0,0	0,1	0,0	0,000
101,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1116	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,109	0,476	10,98	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL															10,98	0,0	0,1	0,0	0,000

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA				UM	Temperatura	Media
CT 4				Gcal	62,51	3,606
Conducute încălzire preizolate subterane - TUR				Gcal	62,51	3,606
Conducute încălzire preizolate subterane - RETUR				Gcal	61,34	2,889
Total încălzire preizolate subterane				Gcal	116,84	0,49
Conducute ACC preizolate subterane				Gcal	69,63	1,908
Conducute Recluzare ACC preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate				Gcal	69,63	1,91
TOTAL				Gcal	244,41	1,794

REGIM DE VARA																			
Conducute ACC preizolate subterane																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{te}	λ_{ap}	λ_{ad}	h	d_o	d_e	d_{ap}	R_p	R_{te}	R_{ap}	R_{ad}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de aducere
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m°C/W]				[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]
																			[m³]
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,097	0,099	0,0014	9,788	0,163	0,638	3,68	0	0,1	0,0	0,000

Tab. 4.44. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 4

CT	4		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]	237,9	din care:	227,6	10,3	237,9
		Încălzire	116,8	6,5	123,3
		ACC	110,7	3,8	114,5

Tab. 4.45. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 4

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	Total pierderi
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [mc]	Total	[Gcal]
Ianuarie	436,67	27,68	464,34	427,83	22,89	0,00	22,89	404,94	140,17	284,77	4,78	0,00	20,17	269,00	31,73	36,51
Februarie	546,83	29,93	576,58	519,78	23,06	0,00	23,06	496,70	175,72	320,98	6,87	0,00	31,13	470,00	49,93	56,80
Martie	389,51	27,63	417,14	390,77	21,76	0,00	21,76	369,01	121,61	247,41	6,87	0,00	7,98	313,00	20,50	28,37
Aprilie	208,54	32,21	240,75	224,12	32,39	0,00	32,39	191,73	64,51	127,22	-0,18	0,00	4,37	311,00	16,81	16,63
Mai	0,00	25,02	25,02	23,06	23,06	0,00	23,06	0,00	0,00	0,00	1,96	0,00	-5,24	131,00	0,00	1,96
Iunie	0,00	22,67	22,67	20,66	20,66	0,00	20,66	0,00	0,00	0,00	2,01	0,00	-1,96	49,00	0,00	2,01
Iulie	0,00	22,86	22,86	19,47	19,47	0,00	19,47	0,00	0,00	0,00	3,39	0,00	-0,64	16,00	0,00	3,39
August	0,00	20,98	20,98	16,51	16,51	0,00	16,51	0,00	0,00	0,00	4,44	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44
Septembrie	0,00	24,76	24,76	22,06	22,06	0,00	22,06	0,00	0,00	0,00	2,70	0,00	-0,16	4,00	0,00	2,70
Octombrie	153,55	22,16	175,72	160,00	17,29	0,00	17,29	132,71	34,37	98,35	4,88	0,00	7,88	324,00	20,84	25,71
Noiembrie	235,43	20,45	255,88	214,12	13,66	0,00	13,66	200,47	60,22	140,25	6,80	0,00	17,98	425,00	34,96	41,76
Decembrie	481,51	21,23	502,74	432,44	19,56	0,00	19,56	412,88	126,75	286,13	1,87	0,00	61,55	177,00	68,63	70,30
Total	2451,83	297,66	2749,39	2460,81	252,36	0,00	252,36	2208,46	723,35	1485,10	45,20	0,00	143,02	2509,00	243,38	288,58

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 4 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.46. Bilanțul real anual pe conturul CT 4 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	395088,6	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	3220,0	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	461,9	14,34
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	9,0	0,28
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	2749,4	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	288,6	10,50
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	188,2	6,85
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	100,4	3,65
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	2460,8	89,50
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	2208,4	80,32
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	252,4	9,18

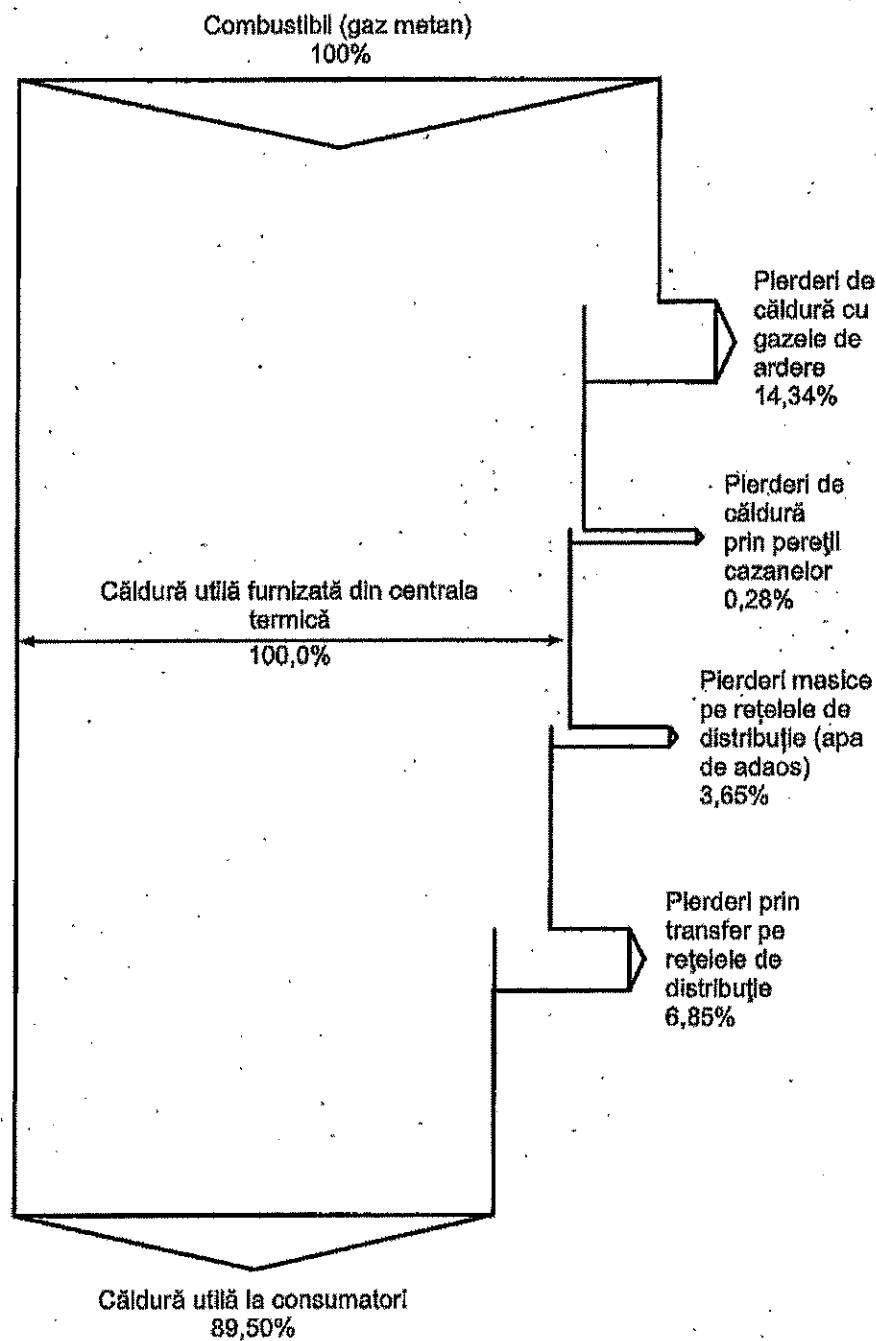


Fig. 4.43. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 4 + rețele de distribuție

4.5. Bilanțul termooenergetic real pe conturul centralei termice CT 5

Centrala termică CT 5 este echipată cu două cazane identice YGNIS Pyronox LD de 6000 kW fiecare, dotate cu arzătoare YGNIS EK 8700 G-RU pentru gaz metan și pompe GRUNDFOS CLM 150 de 7.5 kW, precum și un cazan mai mic, model YGNIS Pyronox LR de 2150 kW, dotat cu arzător YGNIS EK 5280 G-RU pentru gaz metan.

4.5.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 5

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.5.1.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.47. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	<i>91,9%</i>	<i>62,1%</i>	<i>32,3%</i>
Coefficient de exces de aer α	1,25	1,30	1,43
Temperatura aerului de ardere [°C]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [°C]	90	92	100
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	624,7	423,3	222,2
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	21,32	14,44	7,58
Nr. orar de kilometri de combustibil n_b consumat orar	27,86	18,88	9,91
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	256,0	256,0	256,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,5	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,5	86,0	81,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	307,7	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	374,7	360,1	341,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	5949,6	4031,5	2116,2
Volum de aer de ardere real [m ³]	7437,1	5241,0	3026,2
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	6574,3	4454,8	2338,4
Volum de gaze de ardere real [m ³]	8062	5664	3248
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	206,7	206,1	209,0

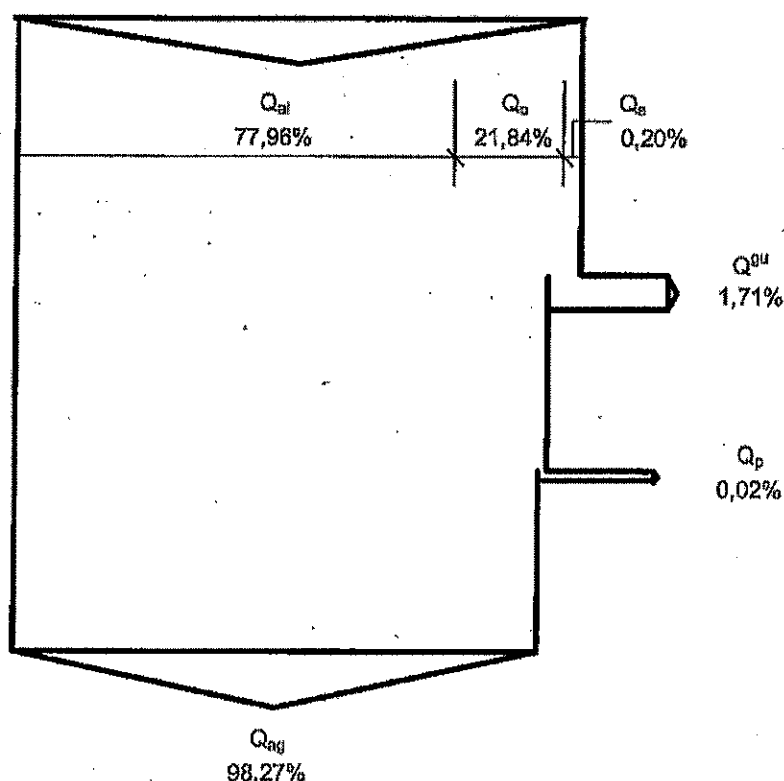
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.48. CT 5: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		91,9%	62,1%	32,3%
Căldura chimică a combustibilului Q_o	[GJ]	21,32	14,44	7,58
	[%]	21,8%	15,5%	8,6%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,20	0,14	0,08
	[%]	0,20%	0,15%	0,09%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	76,10	78,78	80,39
	[%]	77,96%	84,38%	91,30%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	97,61	93,36	88,05
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		91,9%	62,1%	32,3%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,667	1,167	0,679
	[%]	1,71%	1,25%	0,77%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,02%	0,02%	0,02%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,69	1,19	0,70
	[%]	1,7%	1,3%	0,8%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	95,93	92,18	87,35
	[%]	98,3%	98,7%	99,2%
Randamentul brut al instalației η		98,3%	98,7%	99,2%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		93,0%	92,8%	91,9%


Fig. 4.44. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă

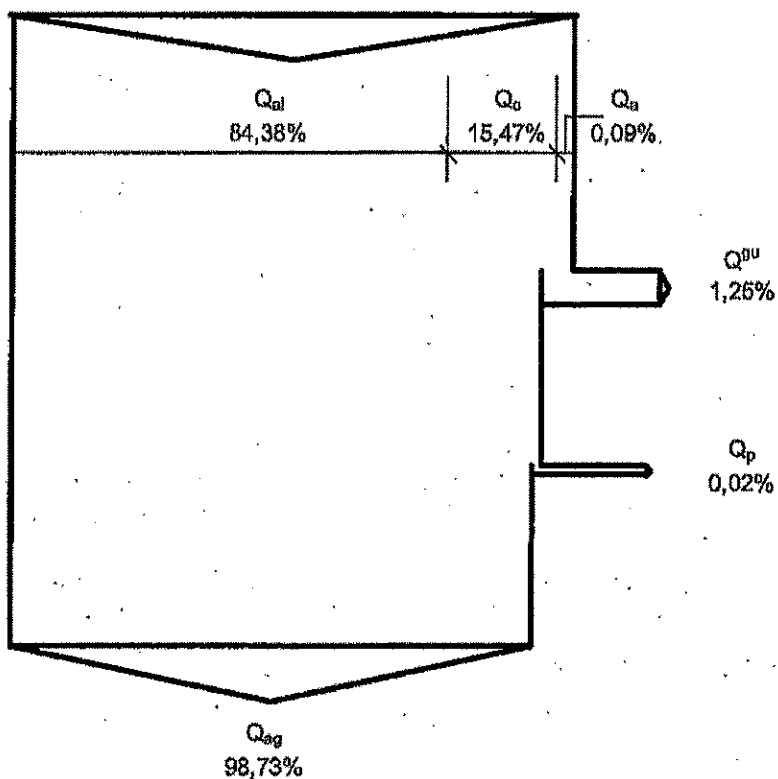


Fig. 4.45. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

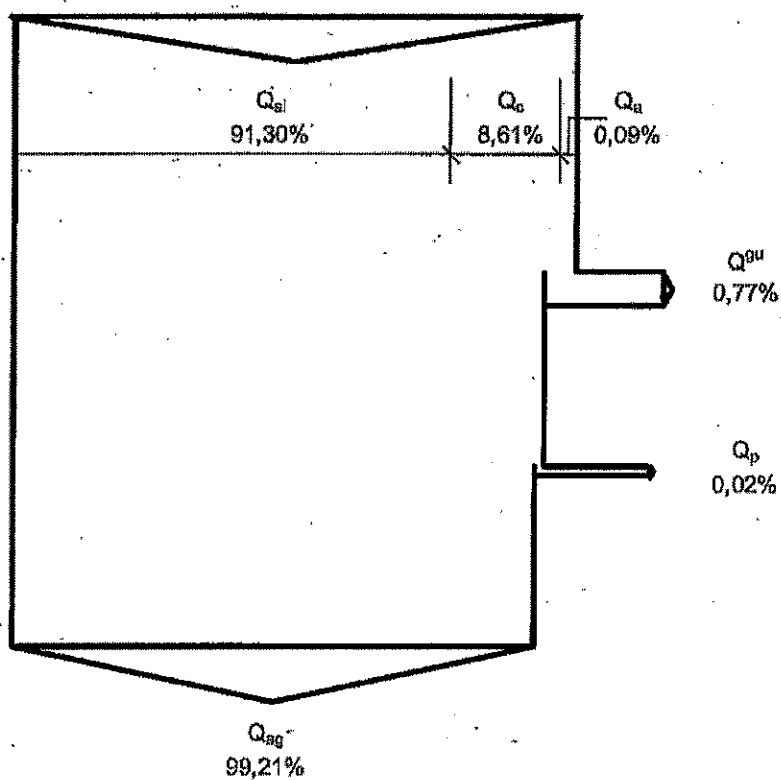


Fig. 4.46. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.5.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.49. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	94,4%	62,1%	37,3%
Coefficient de exces de aer α	1,26	1,32	1,42
Temperatura aerului de ardere [°C]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [°C]	98	101	107
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	644,5	425,7	257,5
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	21,99	14,53	8,79
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	28,75	18,99	11,49
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	256,0	256,0	256,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	72,5	74,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	85,0	81,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	303,5	309,8
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	355,9	341,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	6138,2	4054,4	2452,4
Volum de aer de ardere real [m ³]	7734,2	5351,8	3482,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	6782,7	4480,1	2709,9
Volum de gaze de ardere real [m ³]	8379	5777	3740
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	216,3	216,4	218,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.50. CT 5: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		94,4%	62,1%	37,3%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	21,99	14,53	8,79
	[%]	22,4%	15,7%	10,0%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,20	0,14	0,09
	[%]	0,21%	0,15%	0,10%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	76,10	77,71	79,31
	[%]	77,42%	84,12%	89,93%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	98,30	92,37	88,19
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		94,4%	62,1%	37,3%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,812	1,250	0,817
	[%]	1,84%	1,35%	0,93%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,02%	0,02%	0,02%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,83	1,27	0,84
	[%]	1,9%	1,4%	0,9%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	96,46	91,10	87,35
	[%]	98,1%	98,6%	99,0%
Randamentul brut al instalației η		98,1%	98,6%	99,0%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		92,6%	92,2%	91,5%

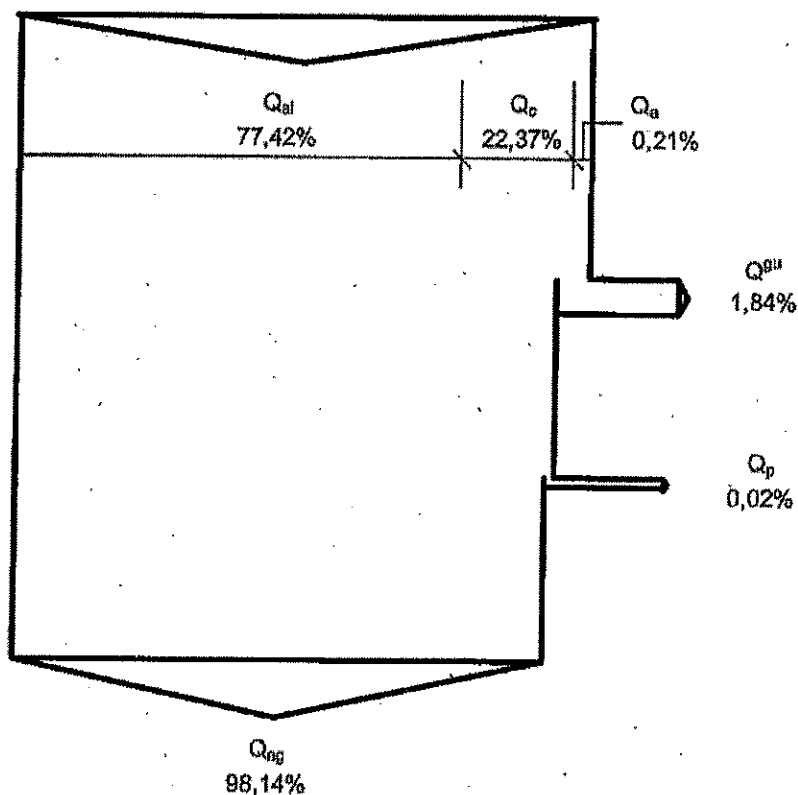


Fig. 4.47. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

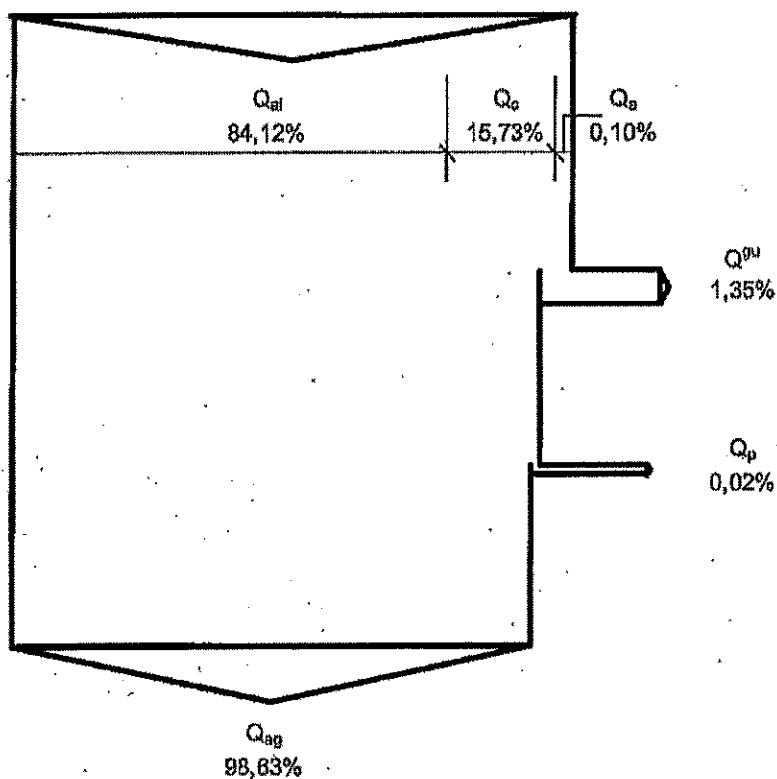
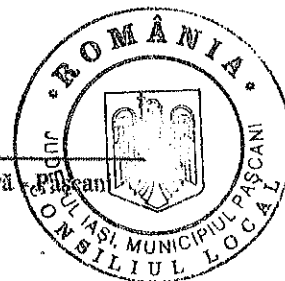


Fig. 4.48. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

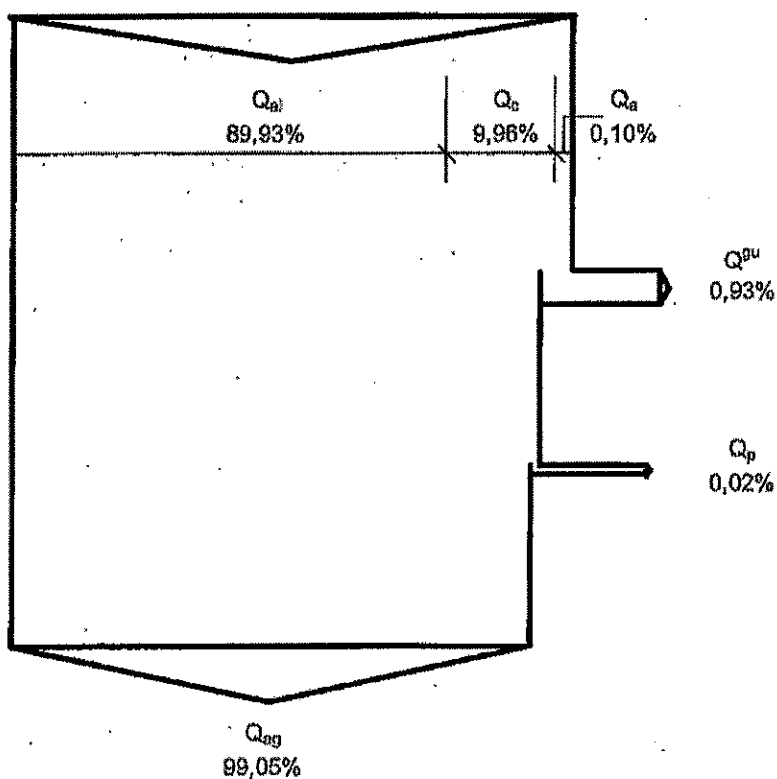


Fig. 4.49. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.5.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.51. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Încărcare cazan	89,7%	62,3%	39,9%
Coeeficient de exces de aer α	1,15	1,20	1,37
Temperatura aerului de ardere [°C]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [°C]	112	119	136
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	220,6	154,2	100,6
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,53	5,26	3,43
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	9,84	6,88	4,49
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	92,0	92,0	92,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	72,0	73,0	74,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	85,5	82,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	301,4	305,6	311,9
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	358,0	345,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2101,0	1468,6	958,1
Volum de aer de ardere real [m ³]	2416,1	1762,3	1312,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2321,6	1622,8	1058,7
Volum de gaze de ardere real [m ³]	2637	1917	1413
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	241,9	247,1	258,2

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.52. CT 5: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		89,7%	62,3%	39,9%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	7,53	5,26	3,43
	[%]	21,3%	15,7%	10,7%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,06	0,05	0,03
	[%]	0,18%	0,14%	0,11%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{ai}	[GJ]	27,73	28,12	28,70
	[%]	78,51%	84,12%	89,22%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	35,32	33,43	32,16
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		89,7%	62,3%	39,9%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{ga}	[GJ]	0,638	0,474	0,365
	[%]	1,81%	1,42%	1,13%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,06%	0,06%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,66	0,49	0,38
	[%]	1,9%	1,5%	1,2%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	34,67	32,93	31,78
	[%]	98,1%	98,5%	98,8%
Randamentul brut al instalației η		98,1%	98,5%	98,8%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_H		92,1%	91,5%	89,8%

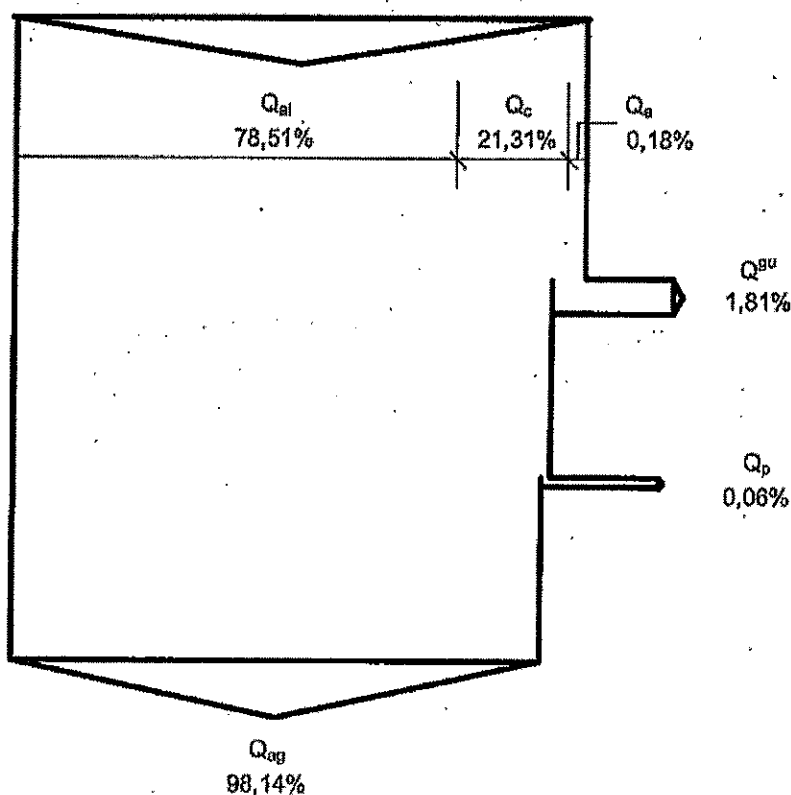


Fig. 4.50. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

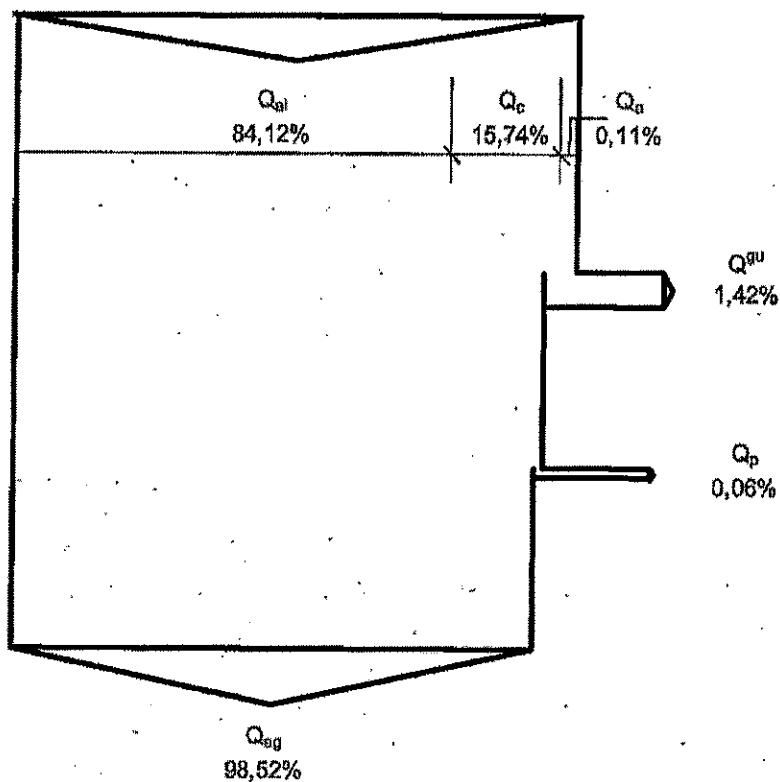
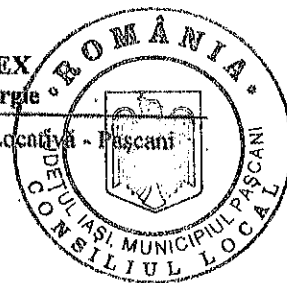


Fig. 4.51. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

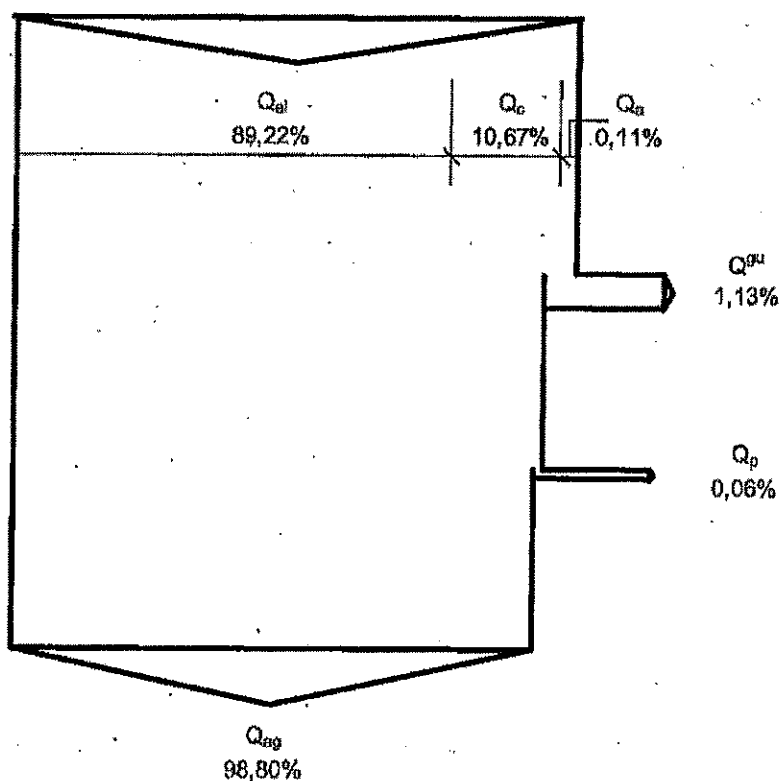


Fig. 4.52. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.5.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 5

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.56 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 5 la consumatorii finali.

Tab. 4.53. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 5

Conducte încălzire preizolate					
C.T. 5	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	20	0	0	0,000	0,000
	25	80	80	0,039	0,039
	32	130	130	0,104	0,104
	40	50	50	0,063	0,063
	50	145	145	0,285	0,285
	65	329	329	1,090	1,090
	80	166	166	0,834	0,834
	100	469	469	3,682	3,682
	125	118	118	1,447	1,447
	150	236	236	4,160	4,160
	157	0	0	0,000	0,000
	168	0	0	0,000	0,000
	200	36	36	1,130	1,130
	219	0	0	0,000	0,000
	250	0	0	0,000	0,000
	260	0	0	0,000	0,000
	TOTAL	1758,0	1758,0	12,83	12,83

Conducte ACC/RACC preizolate					
C.T. 5	Dn	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Recirc.
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	12,7	430		0,054	0,000
	19,0	115		0,033	0,000
	25,4	30		0,015	0,000
	31,8			0,000	0,000
	38,1	65		0,074	0,000
	50,8	50		0,101	0,000
	63,5	185		0,586	0,000
	76,2			0,000	0,000
	101,6			0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	875,0	0,0	0,86	0,00

Tab. 4.54. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 5
REGIM DE IARNĂ

Conducțe încălzire preizolate subterane - TUR																
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{ext}	q	L
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
											[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
20	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,103	0,110	0,0010	0,288	0,158	0,668	5,80	0,0
25	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,468	0,171	0,588	8,38	80,0
32	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0380	0,119	0,124	0,0007	8,579	0,180	0,575	7,17	180,0
40	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,564	6,00	60,0
50	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,549	9,01	146,0
65	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,169	0,0004	4,322	0,145	0,530	10,49	328,6
80	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,135	0,513	11,93	186,0
100	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,216	0,0003	3,788	0,127	0,475	11,95	489,0
125	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,455	13,78	118,0
150	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	15,62	235,5
167	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	18,11	0,0
188	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,671	0,122	0,424	18,64	0,0
TOTAL																1722,0

Conducțe încălzire preizolate subterane - RETUR																
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{ext}	q	L
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
											[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
20	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0280	0,105	0,110	0,0010	8,288	0,158	0,596	5,04	0,0
25	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,468	0,171	0,588	5,85	80,0
32	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0380	0,119	0,124	0,0007	8,579	0,180	0,575	5,24	180,0
40	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,564	6,95	60,0
50	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,549	7,83	146,0
65	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,169	0,0004	4,322	0,148	0,530	9,12	328,6
80	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,135	0,513	10,87	186,0
100	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,216	0,0003	3,788	0,127	0,475	10,38	489,0
125	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,455	11,88	118,0
150	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	13,49	235,5
167	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,00	0,0
188	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,671	0,122	0,424	14,64	0,0
TOTAL																1722,0

Conducțe ACC preizolate subterane																
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{ext}	q	L
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
											[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	9,811	0,154	0,608	4,63	490,0
19	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,106	0,109	0,0010	8,484	0,169	0,597	5,19	115,0
26,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,180	0,587	5,83	30,0
31,75	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,897	0,181	0,578	6,48	0,0
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,125	0,130	0,0006	6,017	0,182	0,567	7,10	55,0
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,185	0,560	8,25	50,0
63,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0716	0,162	0,168	0,0004	4,428	0,161	0,533	9,35	185,0
78,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0862	0,165	0,171	0,0004	3,905	0,139	0,518	10,49	0,0
101,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1118	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,109	0,476	10,98	0,0
TOTAL																1678,0

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNĂ				UM	Termite	Maseco
Conducțe încălzire preizolate subterane - TUR				Gcal	76,23	4,837
Conducțe încălzire preizolate subterane - RETUR				Gcal	80,01	3,855
Total încălzire preizolate subterane				Gcal	156,23	8,69
Conducțe ACC preizolate subterane				Gcal	21,40	0,308
Conducțe Racordare ACC preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate				Gcal	21,40	0,31
TOTAL				Gcal	177,63	9,00

REGIM DE VARĂ

Conducțe ACC preizolate subterane																
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_k	d_{sp}	R_p	R_k	R_{sp}	R_{ext}	q	L
[mm]	[°C]	[°C]	[W/m·°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
											[m²·°C/W]				[W/m]	[m]
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,0827	0,087	0,0014	0,768	0,183	0,636	3,68	490,0
19	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,0890	0,093	0,0010	7,489	0,197	0,625	4,28	115,0
26,4	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,0954	0,100	0,0008	6,854	0,175	0,614	4,81	30,0
31,75	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	6,809	0,188	0,601	5,35	0,0
38,1	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,1081	0,114	0,0006	6,210	0,174	0,590	5,91	55,0
50,8	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,1220	0,127	0,0005	5,385	0,166	0,571	6,91	50,0
63,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0716	0,1355	0,142	0,0004	4,770	0,168	0,552	7,88	185,0
78,2	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0862	0,1492	0,155	0,0004	4,304	0,163	0,535	8,94	0,0
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1118	0,1756	0,182	0,0003	3,673	0,130	0,508	10,66	0,0
TOTAL																1678,0

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - VARĂ				UM	Termite	Maseco
Conducțe ACC preizolate subterane				Gcal	17,69	0,808
Conducțe Racordare ACC preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate				Gcal	17,69	0,81
TOTAL				Gcal	17,69	0,81

Tab. 4.55. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 5

CT	5		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]	194,5	din care:	185,3	9,2	194,5
		Încălzire	146,2	8,6	154,8
		ACC	39,1	0,6	39,7

Tab. 4.56. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 5

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	[Gcal]
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [mc]	Total	
Ianuarie	395,57	42,08	437,65	418,80	39,19	0,00	39,19	378,61	31,43	348,18	2,88	0,00	11,93	101,00	16,97	18,85
Februarie	498,73	54,93	553,66	509,69	56,30	0,00	56,30	453,39	41,61	411,78	-1,36	0,00	42,94	60,00	45,34	43,97
Martie	355,35	50,65	406,00	388,15	45,10	0,00	45,10	323,05	32,58	290,47	5,55	0,00	28,06	106,00	32,80	37,85
Aprilie	271,29	65,91	337,20	323,09	76,48	0,00	76,48	246,63	21,32	225,32	-10,55	0,00	22,26	60,00	24,66	14,11
Mai	0,00	84,44	84,44	59,15	59,15	0,21	88,94	0,00	0,00	0,00	-5,29	0,00	-2,04	51,00	0,00	5,29
Iunie	0,00	82,01	82,01	41,30	41,30	0,00	41,30	0,00	0,00	0,00	20,71	0,00	-1,96	49,00	0,00	20,71
Iulie	0,00	60,80	60,80	48,07	48,07	0,27	47,80	0,00	0,00	0,00	12,73	0,00	-0,84	16,00	0,00	12,73
August	0,00	46,59	46,59	39,24	39,24	0,00	39,24	0,00	0,00	0,00	7,36	0,00	-2,44	61,00	0,00	7,36
Septembrie	0,00	68,34	68,34	62,67	62,67	0,00	62,67	0,00	0,00	0,00	15,67	0,00	-1,84	41,00	0,00	15,67
Octombrie	155,44	43,49	198,93	180,65	39,54	0,00	39,54	141,31	15,05	126,27	3,95	0,00	4,17	249,00	14,13	18,08
Noiembrie	238,29	38,95	277,24	252,04	35,41	0,00	35,41	216,63	19,76	196,87	3,54	0,00	18,34	133,00	21,66	25,20
Decembrie	518,60	53,70	572,30	520,27	48,82	0,00	48,82	471,45	40,04	431,41	4,88	0,00	-43,19	99,00	47,15	52,03
Total	2433,27	651,89	3085,17	2813,32	581,25	0,47	580,78	2232,07	201,77	2030,28	70,64	0,00	-160,17	1026,00	201,21	271,84

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 5 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.57. Bilanțul real anual pe conturul CT 5 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	438830,5	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	3576,5	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	312,8	8,75
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	5,4	0,15
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	3085,2	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	271,8	8,81
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	230,8	7,48
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	41,0	1,33
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	2813,3	91,19
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	2232,1	72,35
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	581,3	18,84

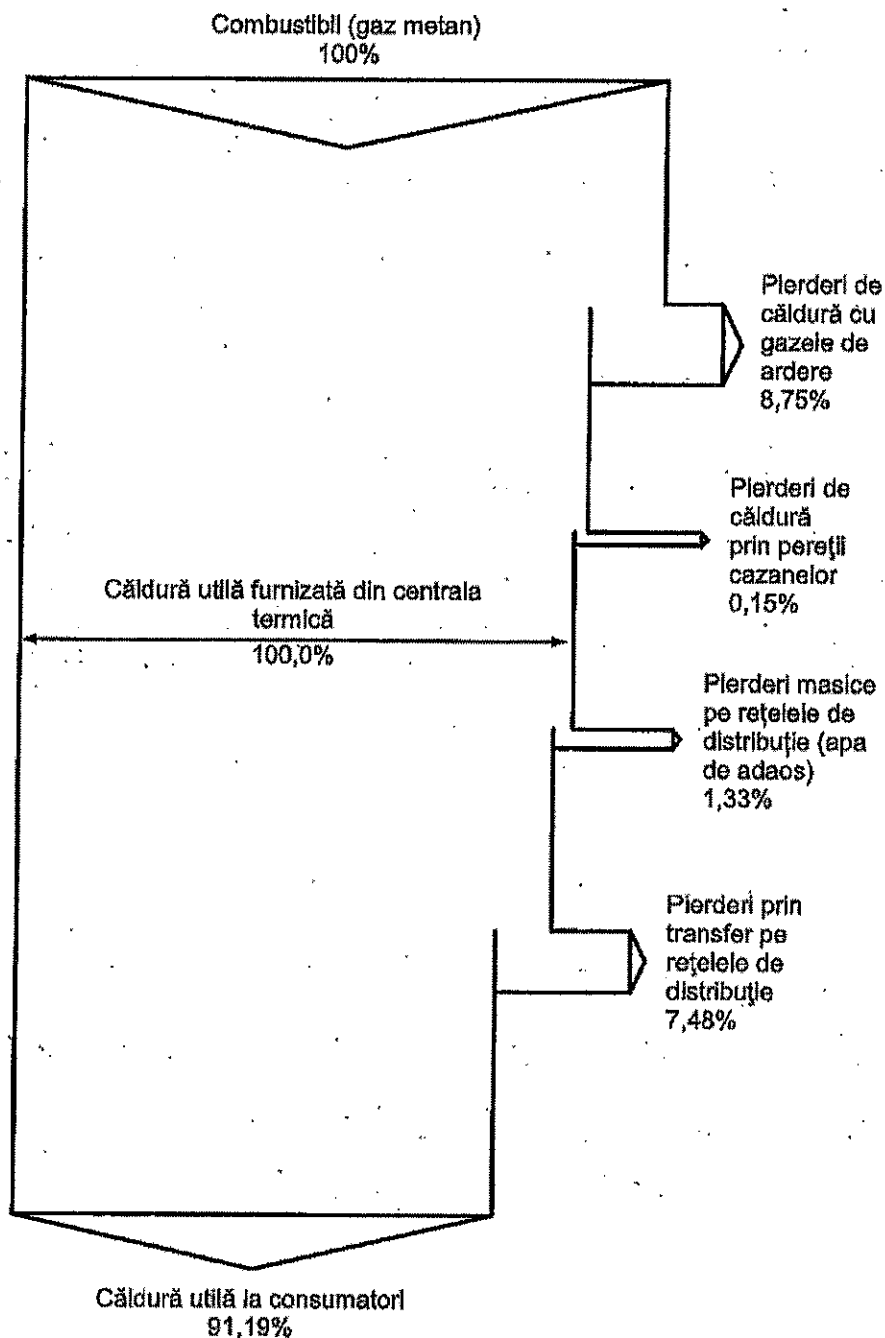


Fig. 4.53. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 5 + rețele de distribuție

4.6. Bilanțul termoenenergetic real pe conturul centralei termice CT 7

Centrala termică CT 7 este echipată cu trei cazane identice CHAPPÉE CX HR2 de 2900 kW fiecare, dotate cu arzătoare SICMA - RAG GS 380 pentru gaz metan și pompe SALMSON LRL 412 de 4 kW.

4.6.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 7

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.6.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.58. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	<i>95,4%</i>	<i>65,3%</i>	<i>40,2%</i>
Coeficient de exces de aer α	1,24	1,30	1,41
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	20	20	20
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	177	182	193
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	328,5	226,5	141,6
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,21	7,73	4,83
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_p consumat orar	14,65	10,10	6,32
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	71,0	73,0	74,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	86,0	82,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	297,3	305,6	309,8
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	360,1	343,3
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	24,2	24,2	24,2
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3128,6	2157,2	1348,6
Volum de aer de ardere real [m^3]	3879,5	2804,3	1901,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3457,1	2383,7	1490,2
Volum de gaze de ardere real [m^3]	4208	3031	2043
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	318,0	320,6	328,5

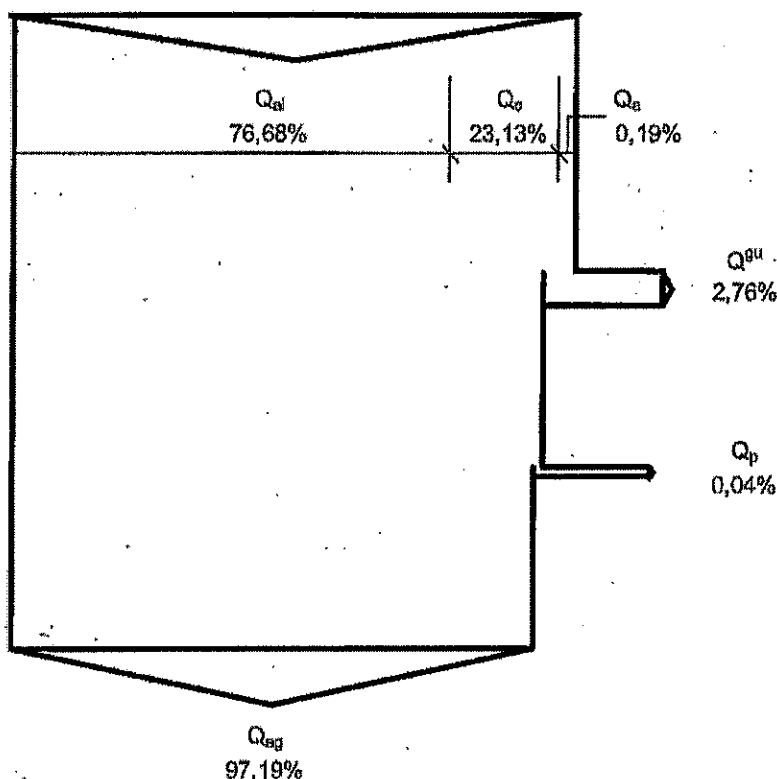
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatură de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.59. CT 7: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,4%	65,3%	40,2%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	11,21	7,73	4,83
	[%]	23,1%	16,8%	11,1%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,07	0,05
	[%]	0,19%	0,15%	0,11%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,16	38,20	38,73
	[%]	76,68%	83,05%	88,81%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	48,46	46,00	43,61
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,4%	65,3%	40,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,338	0,972	0,671
	[%]	2,76%	2,11%	1,54%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,36	0,99	0,69
	[%]	2,8%	2,2%	1,6%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ut}	[GJ]	47,10	45,01	42,91
	[%]	97,2%	97,8%	98,4%
Randamentul brut al instalației η		97,2%	97,8%	98,4%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		88,7%	88,0%	86,7%


Fig. 4.54. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă

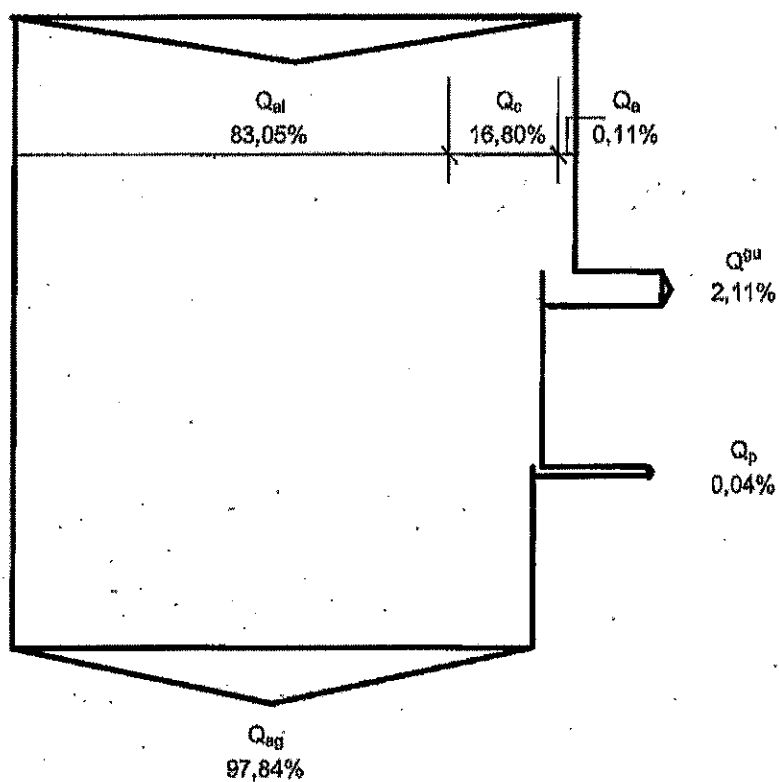


Fig. 4.55. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

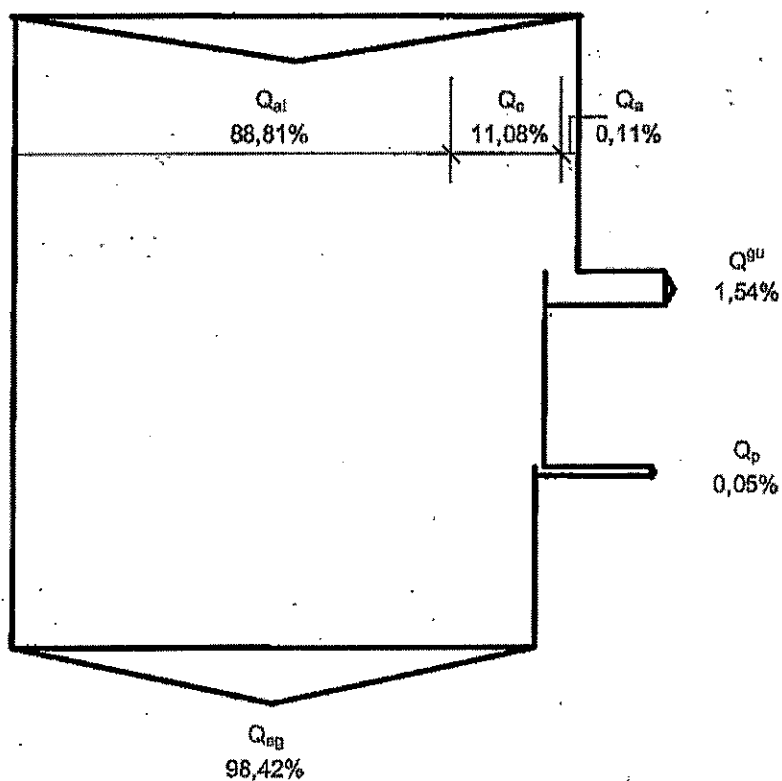


Fig. 4.56. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.6.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.60. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	95,4%	62,8%	40,2%
Coefficient de exces de aer α	1,42	1,49	1,63
Temperatura aerului de ardere [°C]	20	20	20
Temperatura gazelor de ardere [°C]	199	205	213
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	336,9	224,0	146,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,50	7,64	4,98
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	15,03	9,99	6,51
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,5	73,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	86,0	81,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	307,7	307,7
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	360,1	341,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	24,2	24,2	24,2
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	3208,6	2133,4	1390,5
Volum de aer de ardere real [m ³]	4556,3	3178,7	2266,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	3545,5	2357,4	1536,5
Volum de gaze de ardere real [m ³]	4893	3403	2413
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	335,6	339,8	344,1

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.61. CT 7: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

Componentele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,4%	62,8%	40,2%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	11,50	7,64	4,98
	[%]	23,6%	16,5%	11,5%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,11	0,08	0,05
	[%]	0,23%	0,17%	0,13%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,16	38,47	38,47
	[%]	76,20%	83,28%	88,42%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	48,76	46,19	43,50
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,4%	62,8%	40,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,642	1,156	0,830
	[%]	3,37%	2,50%	1,91%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,66	1,18	0,85
	[%]	3,4%	2,5%	2,0%
Căldură conținută de agentul termic Q_{at}	[GJ]	47,10	45,01	42,65
	[%]	96,6%	97,4%	98,0%
Randamentul brut al instalației η		96,6%	97,4%	98,0%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		86,5%	85,6%	84,0%

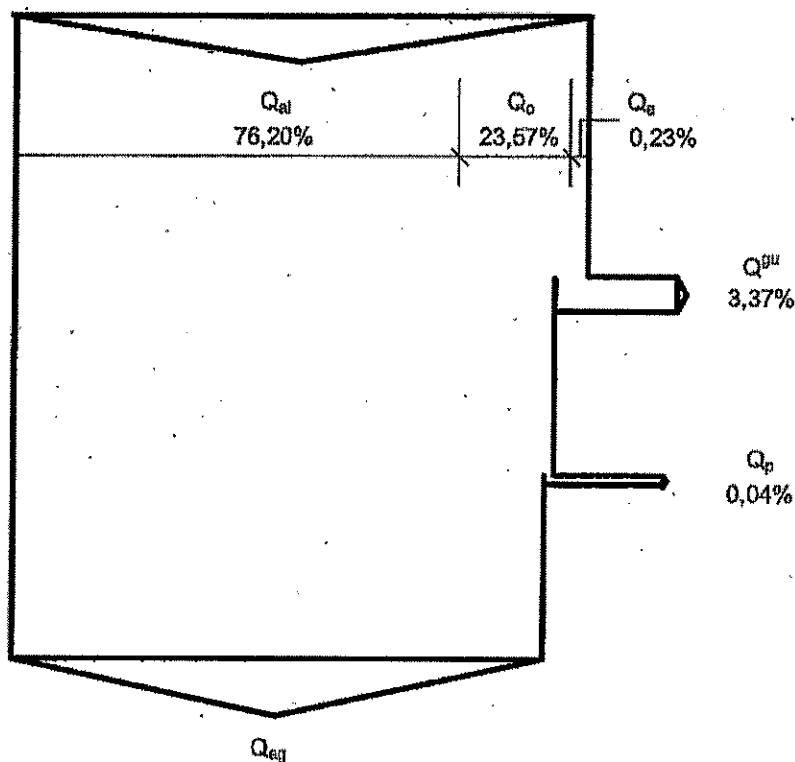


Fig. 4.57. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

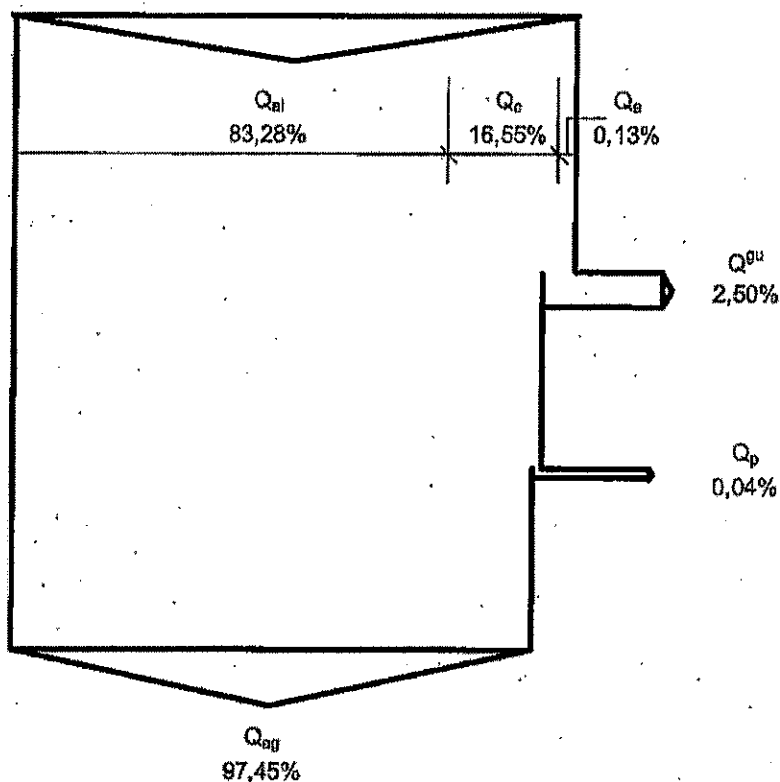


Fig. 4.58. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

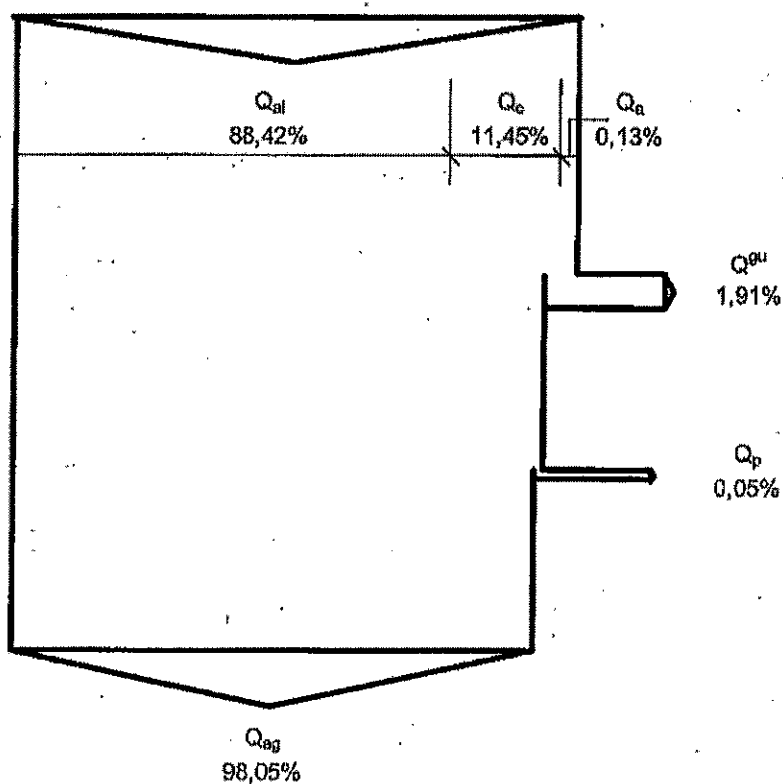


Fig. 4.59. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.6.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.62. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Încărcare cazan	95,4%	65,3%	40,2%
Coefficient de exces de aer α	1,10	1,15	1,26
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	20	20	20
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	177	181	193
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	325,5	224,1	140,1
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,11	7,65	4,78
Nr. orar de kilometri de combustibil n_p consumat orar	14,52	10,00	6,25
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	71,0	73,0	74,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	86,0	82,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	297,3	305,6	309,8
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	360,1	343,3
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	24,2	24,2	24,2
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3100,1	2134,3	1334,3
Volum de aer de ardere real [m^3]	3410,1	2454,5	1681,2
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3425,6	2358,4	1474,4
Volum de gaze de ardere real [m^3]	3736	2679	1821
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	328,1	329,3	336,9

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.63. CT 7: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcină:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,4%	65,3%	40,2%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	11,11	7,65	4,78
	[%]	23,0%	16,7%	11,0%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,08	0,06	0,04
	[%]	0,17%	0,13%	0,09%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,16	38,20	38,95
	[%]	76,86%	83,21%	88,93%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	48,35	45,91	43,55
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,4%	65,3%	40,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,226	0,882	0,614
	[%]	2,54%	1,92%	1,41%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,25	0,90	0,63
	[%]	2,6%	2,0%	1,5%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	47,10	45,01	42,91
	[%]	97,4%	98,0%	98,5%
Randamentul brut al instalației η		97,4%	98,0%	98,5%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,5%	89,0%	87,6%

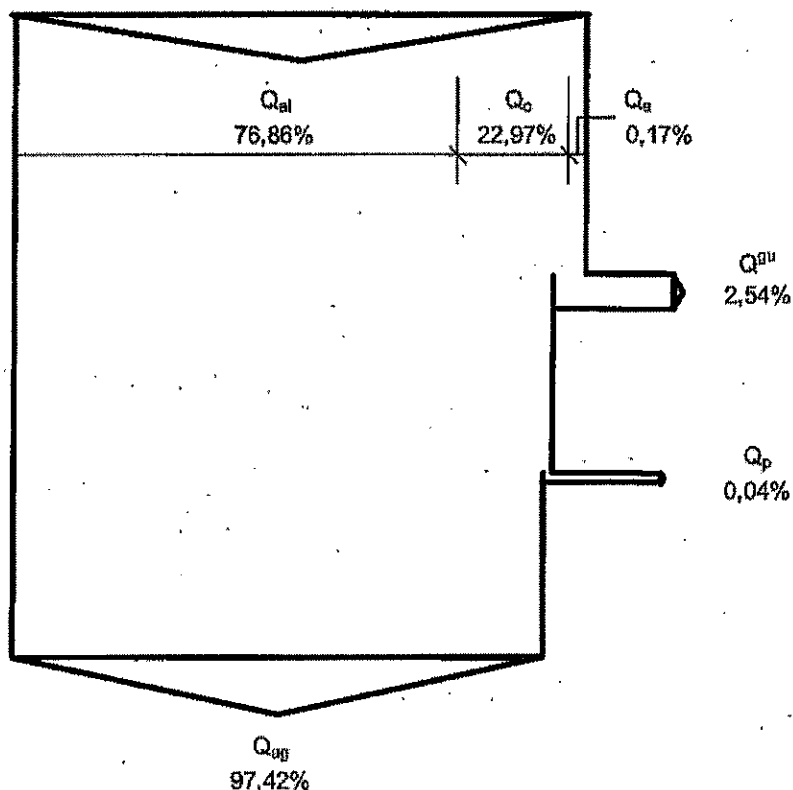


Fig. 4.60. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

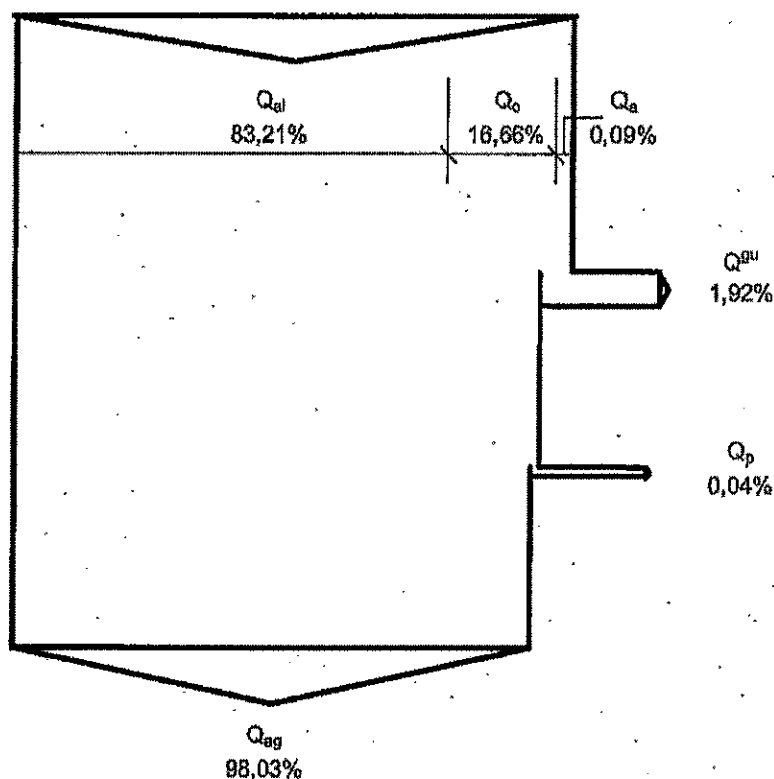


Fig. 4.61. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

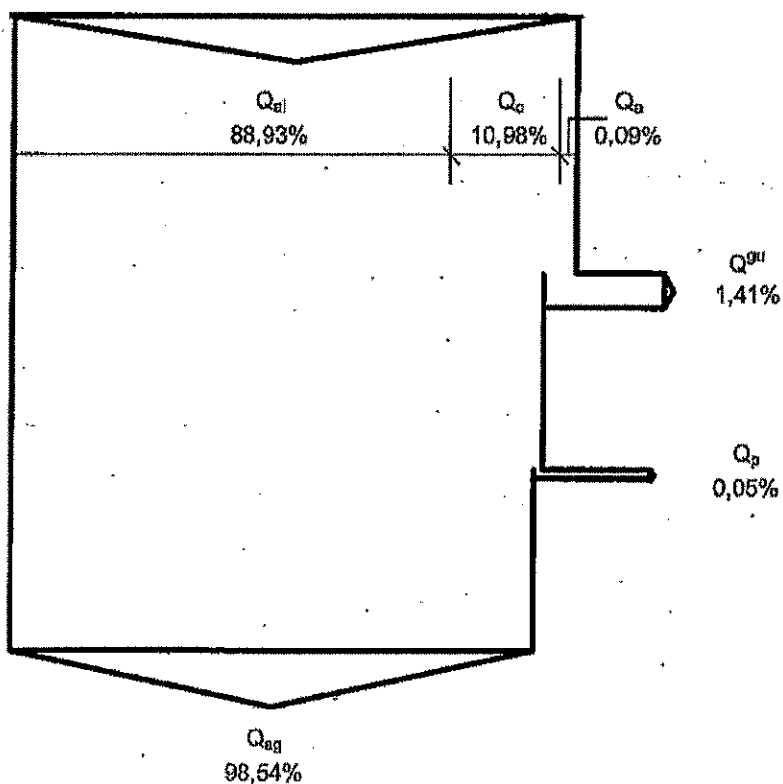


Fig. 4.62. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.6.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 7

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresiune - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.67 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 7 la consumatorii finali.

Tab. 4.64. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 7

Conducte încălzire preizolate					
C.T. 7	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	20			0,000	0,000
	25			0,000	0,000
	32			0,000	0,000
	40			0,000	0,000
	50			0,000	0,000
	65	498	498	1,652	1,652
	80	202	202	1,015	1,015
	100	315	315	2,473	2,473
	125	184	184	2,257	2,257
	150	473	473	8,354	8,354
	157	79	79	1,519	1,519
	168	0		0,000	0,000
	200	83	83	2,606	2,606
	219	0		0,000	0,000
	250	0		0,000	0,000
	260	130	130	6,899	6,899
	TOTAL	1963,5	1963,5	26,77	26,77

Conducte ACC/RACC preizolate					
C.T. 7	Dn	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	12,7			0,000	0,000
	19,0			0,000	0,000
	25,4			0,000	0,000
	31,8			0,000	0,000
	38,1	529		0,603	0,000
	50,8	513		1,039	0,000
	63,5	288		0,912	0,000
	76,2	349		1,591	0,000
	101,6	344		2,788	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	2023,0	0,0	6,93	0,00

Tab. 4.65. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT
REGIM DE IARNĂ

Conducțe încălzire preizolate subterane - TUR																			Pierderi tehnologice prin apă de adăos					
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi tehnologice prin apă de adăos					
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ep}	λ_{ext}	h	d_0	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ep}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi oraș	Pierderi pe sezon			
[mm]	[°C]	[°C]			[W/m·°C]		[m]	[m]	[m]	[m]		[m²·°C/W]			[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[m³]	[kcal]	[m³]	[Gcal]	
20	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0280	0,100	0,110	0,0010	0,280	0,168	0,598	5,80	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
25	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,118	0,0008	0,408	0,171	0,568	6,38	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
32	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,119	0,124	0,0007	0,579	0,180	0,575	7,17	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
40	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	0,847	0,180	0,564	8,00	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
50	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0590	0,136	0,144	0,0005	0,112	0,165	0,549	9,01	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
65	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0004	0,322	0,148	0,530	10,49	498,5	0,1	5747,3	1,652	0,003	154,0	14,039	0,654	
80	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	0,761	0,135	0,513	11,03	202,0	0,1	2650,3	2,018	0,002	24,6	18,628	0,402	
100	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	0,788	0,127	0,475	11,65	315,0	0,1	4140,9	2,473	0,005	230,5	21,319	0,680	
125	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	0,232	0,128	0,455	13,78	184,0	0,1	2785,1	2,257	0,005	210,4	19,183	0,584	
150	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	0,805	0,141	0,435	15,62	473,0	0,1	8073,1	3,354	0,017	778,9	71,012	3,310	
167	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	0,703	0,124	0,431	16,11	78,5	0,1	1990,8	1,519	0,003	141,0	12,911	0,602	
188	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	0,671	0,122	0,424	16,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
TOTAL															1760,5	2247,8	0,273	11763,1	10,03	18,101	17,681	1,603		

Conducțe încălzire preizolate subterane - RETUR																			Pierderi tehnologice prin apă de adăos					
Pierderi tehnologice prin înălțare de căldură																								
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ep}	λ_{ext}	h	d_0	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ep}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi oraș	Pierderi pe sezon			
[mm]	[°C]	[°C]				[W/m·°C]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m²·°C/W]			[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[m³]	[kcal]	[m³]	[Gcal]	
20	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0290	0,106	0,110	0,0010	0,288	0,168	0,690	5,04	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
25	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,118	0,0008	0,408	0,171	0,688	5,55	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
32	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,119	0,124	0,0007	0,579	0,180	0,676	6,24	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
40	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	0,847	0,160	0,664	6,95	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
50	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0590	0,136	0,144	0,0005	0,112	0,165	0,649	7,83	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
65	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0005	0,322	0,148	0,530	9,12	498,5	0,1	4986,2	1,652	0,003	154,0	14,039	0,658	
80	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	0,761	0,135	0,513	10,37	202,0	0,1	2304,0	1,016	0,002	80,7	8,626	0,343	
100	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	0,788	0,127	0,475	10,39	315,0	0,1	3509,7	2,473	0,005	189,6	21,016	0,636	
125	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	0,232	0,128	0,455	11,98	184,0	0,1	2421,1	2,257	0,005	178,5	19,183	0,763	
150	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	0,805	0,141	0,435	13,49	473,0	0,1	7018,1	3,354	0,017	664,3	71,012	2,823	
167	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	0,703	0,124	0,431	14,00	78,5	0,1	1209,2	1,519	0,003	120,8	12,911	0,513	
188	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	0,671	0,122	0,424	14,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
TOTAL															1760,5	2247,8	0,273	11763,1	10,03	18,101	17,681	1,603		

Conducțe ACC preizolate subterane																			Pierderi tehnologice prin apă de adăos					
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi tehnologice prin apă de adăos					
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ep}	λ_{ext}	h	d_0	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ep}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi oraș	Pierderi pe sezon			
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[m³]	[Gcal]			
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0167	0,099	0,103	0,0314	0,164	0,808	4,83	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000			
18	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,105	0,109	0,0010	0,464	0,159	0,597	5,19	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000		
25,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	0,408	0,171	0,587	5,85	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000		
31,75	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	0,687	0,191	0,576	6,46	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000		
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,126	0,130	0,0006	0,917	0,162	0,567	7,10	529,0	0,1	4133,8	0,803	0,001	50,6	5,124		
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	0,112	0,168	0,550	8,25	513,0	0,1	4655,5	1,039	0,002	87,3	8,834		
63,5	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,152	0,158	0,0004	0,428	0,151	0,533	9,36	288,0	0,1	2905,4	0,912	0,002	76,8	7,749		
76,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,165	0,171	0,0004	0,305	0,139	0,518	10,49	349,0	0,1	4027,1	1,591	0,003	133,0	13,521		
101,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1118	0,212	0,218	0,0003	0,773	0,109	0,476	10,98	344,0	0,1	4155,5	2,788	0,006	234,2	23,894		
TOTAL															2022,0	2247,8	0,273	11763,1	10,03	18,101	17,681	1,603		

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNĂ				UM	Termico	Mosion
Conducțe încălzire preizolate subterane - TUR				Gcal	80,80	6,843
Conducțe încălzire preizolate subterane - RETUR				Gcal	78,78	6,836
Total încălzire preizolate subterane				Gcal	159,58	13,679
Conducțe ACC preizolate subterane				Gcal	72,57	2,475
Conducțe Rectificare ACC preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate				Gcal	72,57	2,475
TOTAL de la Tab. 4.65				Gcal	232,15	16,154

REGIM DE VARĂ

Conducțe ACC preizolate subterane																			Pierderi tehnologice prin apă de adăos						
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi tehnologice prin apă de adăos						
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_k	λ_{ep}	λ_{ext}	h	d_0	d_k	d_{ep}	R_p	R_k	R_{ep}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi oraș	Pierderi pe sezon				
[mm]	[°C]	[°C]			[W/m·°C]		[m]	[m]	[m]	[m]		[m²·°C/W]			[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[kcal]	[m³]	[Gcal]			
12,7	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0167	0,0827	0,087	0,0014	0,763	0,183	0,535	3,68	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000		
18	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,0890	0,093	0,0010	0,749	0,187	0,525	4,25	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000		
25,4	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,0954	0,100	0,0008	0,554	0,176	0,514	4,81	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000		
31,76	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	0,509	0,186	0,501	5,35	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000		
38,1	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,1091	0,114	0,0006	0,210	0,174	0,560	5,91	529	0,1	3430,0	0,603	0,001	50,6	6,124	0,215		
50,8	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,1220	0,127	0,0005	0,385	0,160	0,671	6,61	513	0,1	3307,0	1,039	0,002	67,3	8,634	0,371		
63,6	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0716	0,1355	0,142	0,0004	0,370	0,150	0,652	7,86	268	0,1	2499,9	0,912	0,002	76,8	7,740	0,376		
76,2	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0862	0,1492	0,155	0,0004	0,304	0,169	0,695	8,84	349	0,1	3394,4	0,591	0,003	133,6	13,521	0,568		
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1116	0,1756	0,182	0,0003	0,273	0,130	0,506	16,85	344	0,1	4034,3	2,768	0,006	234,2	23,694	0,995		
TOTALUL CĂLDURII																			20230	18,256	0,003	10,01	123,23	549,3	0,276

Tab. 4.66. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 7

CT	7		Termice	Masice	Total	
Total pierderi tehnologice [Gcal]		322,9	din care:	305,3	17,6	322,9
			Încălzire	169,4	12,7	182,0
			ACC	135,9	4,9	140,9

Tab. 4.67. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 7

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi				
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locali	Total	Unități economice	Asociații locali	ACM		Încălzire		Total pierderi
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [mc]	[Gcal]
Ianuarie	568,24	45,78	615,02	574,57	52,82	3,35	49,47	521,75	85,34	436,41	7,04	0,00	31,26	406,00	47,50
Februarie	741,75	52,56	794,31	742,55	47,99	5,00	42,99	694,56	151,88	542,68	4,57	0,00	27,78	485,00	47,18
Martie	598,00	51,91	649,92	598,98	43,52	3,83	39,69	655,46	117,26	438,21	8,40	0,00	22,82	493,00	42,64
Aprilie	307,94	68,04	375,98	333,68	54,89	5,53	49,37	278,79	54,91	223,87	18,14	0,00	9,07	502,00	29,15
Mai	0,00	50,36	50,36	48,83	48,83	7,11	39,72	0,00	0,00	0,00	3,53	0,00	5,48	137,00	0,00
Iunie	0,00	49,23	49,23	45,43	45,43	8,05	39,38	0,00	0,00	0,00	3,80	0,00	1,84	46,00	0,00
Iulie	0,00	53,01	53,01	48,39	48,39	0,93	47,46	0,00	0,00	0,00	4,62	0,00	1,00	25,00	0,00
August	0,00	45,06	45,06	41,37	41,37	3,66	37,71	0,00	0,00	0,00	3,70	0,00	0,12	3,00	0,00
Septembrie	0,00	38,69	38,69	34,86	34,86	3,18	31,68	0,00	0,00	0,00	3,83	0,00	1,16	29,00	0,00
Octombrie	241,98	28,37	270,35	257,28	29,90	3,83	26,07	227,38	56,05	171,33	1,53	0,00	2,16	419,00	14,80
Noiembrie	424,86	39,21	464,07	424,92	34,97	6,63	28,34	389,95	106,52	283,43	4,24	0,00	18,83	402,00	34,91
Decembrie	780,68	42,63	823,32	764,82	33,95	3,28	30,67	730,87	186,94	543,94	8,68	0,00	36,41	335,00	49,81
Total	3684,45	584,86	4229,30	3913,68	514,92	52,37	462,55	3398,76	738,89	2659,87	49,94	0,00	134,40	3282,00	315,62

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 7 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.68. Bilanțul real anual pe conturul CT 7 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	633891,4	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	5166,2	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	650,9	12,60
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	13,4	0,26
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	4229,3	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	315,6	7,46
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	184,3	4,36
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	131,3	3,10
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	3913,7	92,54
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	3398,8	80,36
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	514,9	12,17

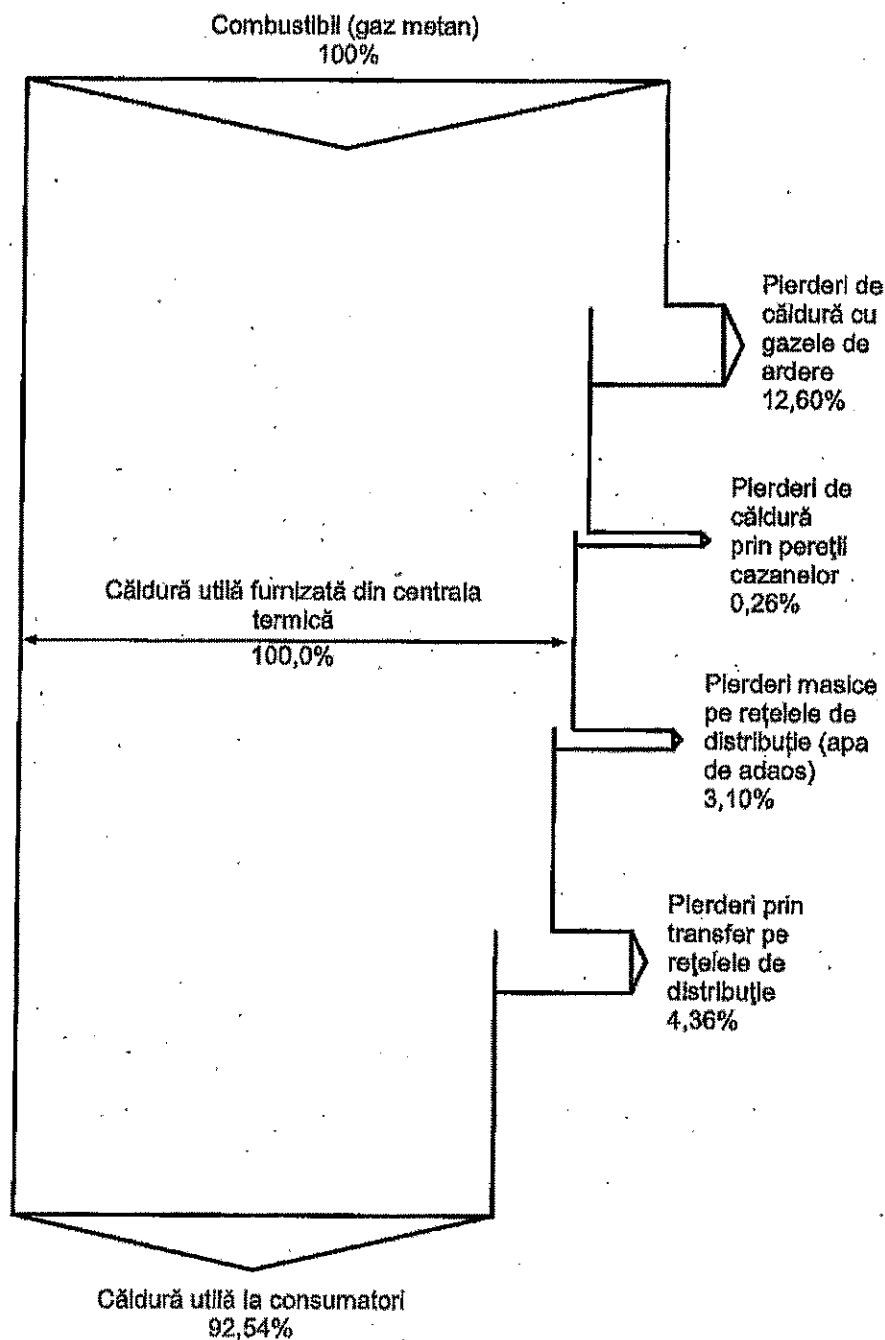


Fig. 4.63. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 7 + rețele de distribuție

4.7. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 8

Centrala termică CT 8 este echipată cu trei cazane identice CHAPPÉE CX HR2 de 2900 kW fiecare, dotate cu arzătoare SICMA - RAG GS 380 pentru gaz metan și pompe SALMSON LRL 412 de 4 kW.

4.7.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 8

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.7.1.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.69. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	90,0%	62,5%	40,0%
Coefficient de exces de aer α	1,17	1,20	1,34
Temperatura aerului de ardere [°C]	23,5	23,5	23,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	136	141	150
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	301,9	210,7	136,7
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,30	7,19	4,66
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_p consumat orar	13,47	9,40	6,10
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	124,5	124,5	124,5
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,5	73,5	73,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,5	86,0	81,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	299,4	307,7	307,7
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	374,7	360,1	341,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,1	28,1	28,1
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2875,3	2006,7	1301,9
Volum de aer de ardere real [m ³]	3364,1	2408,0	1744,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	3177,2	2217,4	1438,6
Volum de gaze de ardere real [m ³]	3666	2619	1881
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	270,9	275,1	277,7

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.70. CT 8: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcină:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		90,0%	62,5%	40,0%
Căldura chimică a combustibilului Q_o	[GJ]	10,30	7,19	4,66
	[%]	21,6%	15,8%	10,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,07	0,05
	[%]	0,20%	0,15%	0,11%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,27	38,31	38,31
	[%]	78,19%	84,07%	89,04%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	47,67	45,57	43,03
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		90,0%	62,5%	40,0%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,993	0,720	0,522
	[%]	2,08%	1,58%	1,21%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,01	0,74	0,54
	[%]	2,1%	1,6%	1,3%
Căldură conținută de agentul termic Q_{at}	[GJ]	46,65	44,83	42,48
	[%]	97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul brut al instalației η		97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		91,1%	90,6%	89,4%

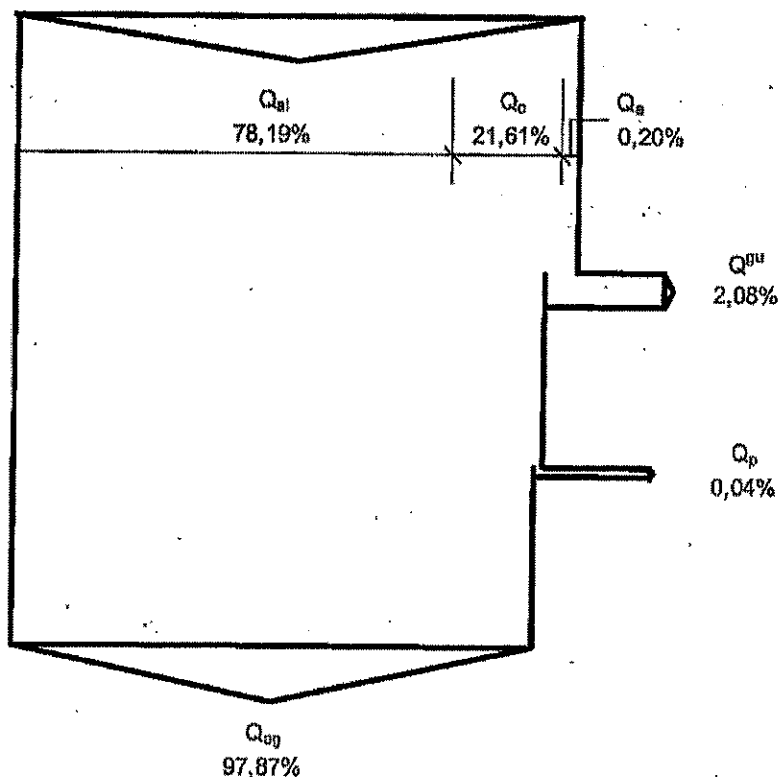


Fig. 4.64. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă

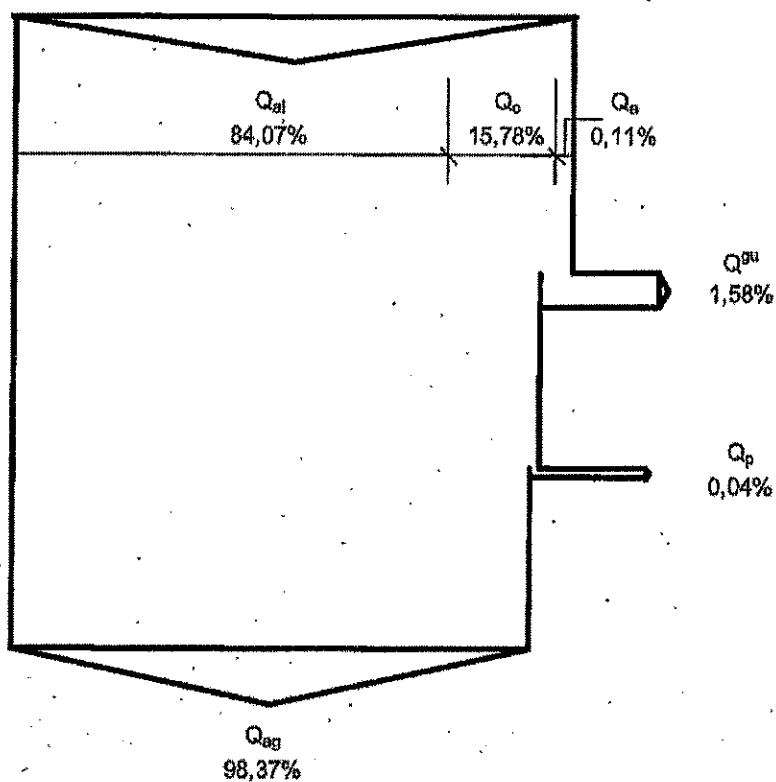


Fig. 4.65. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

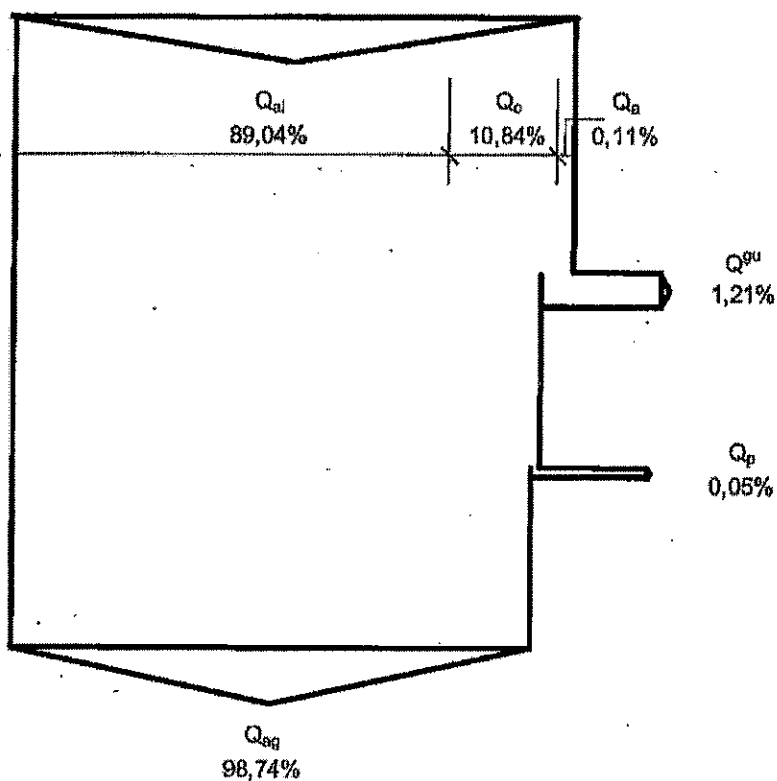


Fig. 4.66. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.7.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.71. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	90,4%	60,2%	42,7%
Coefficient de exces de aer α	1,17	1,21	1,35
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	137	142	151
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	303,5	203,4	146,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,36	6,94	4,98
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	13,54	9,07	6,51
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	72,0	74,0	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	86,0	83,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	301,4	309,8	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	360,1	349,6
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	2890,5	1937,2	1390,5
Volum de aer de ardere real [m^3]	3381,9	2344,0	1877,2
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3194,0	2140,6	1536,5
Volum de gaze de ardere real [m^3]	3685	2547	2023
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	272,2	275,7	278,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.72. CT 8: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		90,4%	60,2%	42,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	10,36	6,94	4,98
	[%]	21,5%	15,2%	11,3%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,06	0,05
	[%]	0,19%	0,14%	0,11%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,68	38,73	38,25
	[%]	78,30%	84,69%	88,64%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	48,13	45,73	44,28
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		90,4%	60,2%	42,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,003	0,702	0,563
	[%]	2,08%	1,54%	1,27%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,02	0,72	0,58
	[%]	2,1%	1,6%	1,3%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	47,10	45,01	43,70
	[%]	97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul brut al instalației η		97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_D		91,0%	90,5%	89,3%

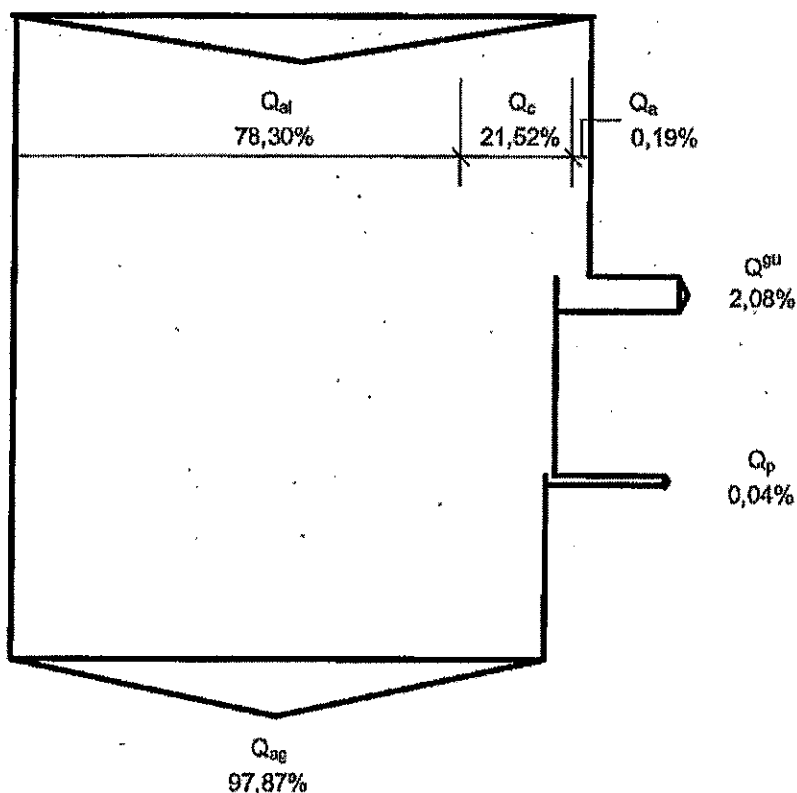


Fig. 4.67. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

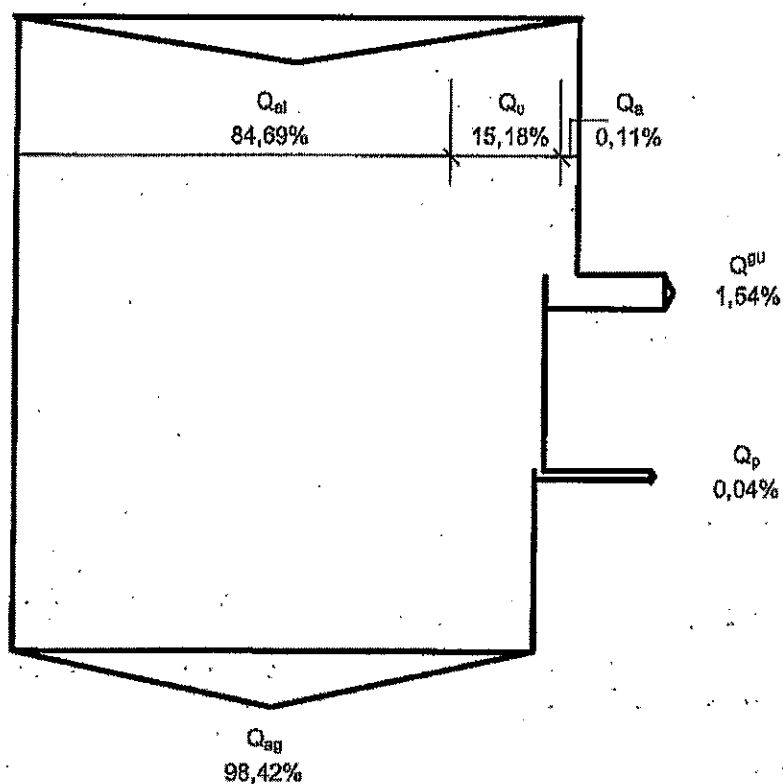


Fig. 4.68. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

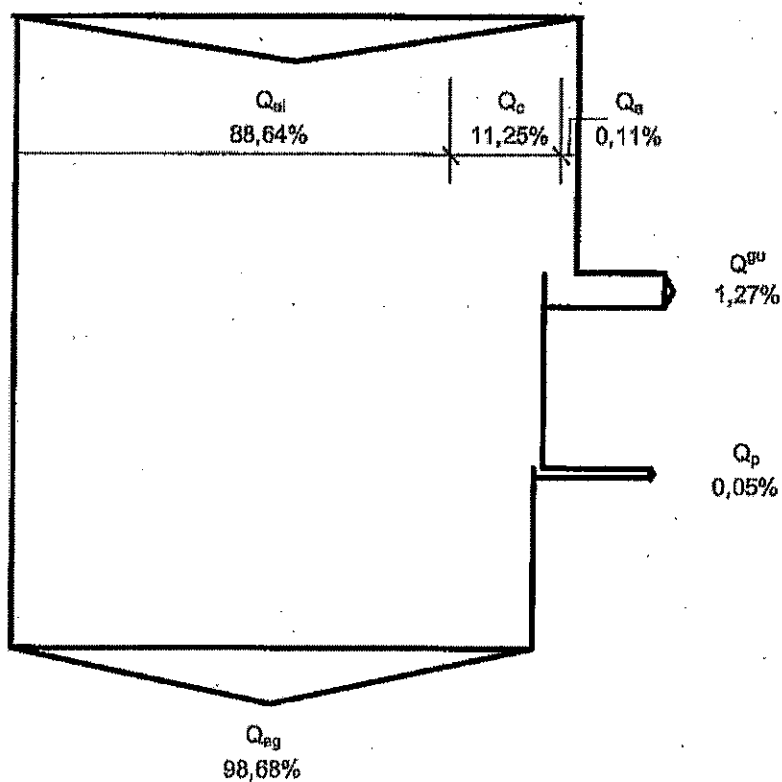


Fig. 4.69. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.7.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.73. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

<i>Încărcare cazan</i>	<i>95,4%</i>	<i>62,8%</i>	<i>39,2%</i>
Coefficient de exces de aer α	1,41	1,53	1,66
Temperatura aerului de ardere [°C]	22	22	22
Temperatura gazelor de ardere [°C]	131	136	152
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	322,7	214,3	136,4
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,01	7,31	4,65
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	14,39	9,56	6,08
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,0	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	85,5	82,8
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	305,6	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	358,0	346,7
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	26,4	26,4	26,4
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	3073,4	2041,0	1299,1
Volum de aer de ardere real [m ³]	4333,5	3122,7	2156,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	3396,1	2255,3	1435,5
Volum de gaze de ardere real [m ³]	4656	3337	2293
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	249,6	250,2	265,3

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.74. CT 8: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

Componențele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		<i>95,4%</i>	<i>62,8%</i>	<i>39,2%</i>
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	11,01	7,31	4,65
	[%]	22,8%	16,0%	10,6%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,11	0,08	0,06
	[%]	0,24%	0,18%	0,13%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,16	38,20	39,25
	[%]	76,96%	83,78%	89,28%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	48,28	45,60	43,96
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,4%	62,8%	39,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,162	0,835	0,608
	[%]	2,41%	1,83%	1,38%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,18	0,86	0,63
	[%]	2,4%	1,9%	1,4%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	47,10	44,75	43,33
	[%]	97,6%	98,1%	98,6%
Randamentul brut al instalației η		97,6%	98,1%	98,6%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_u		90,3%	89,5%	87,7%

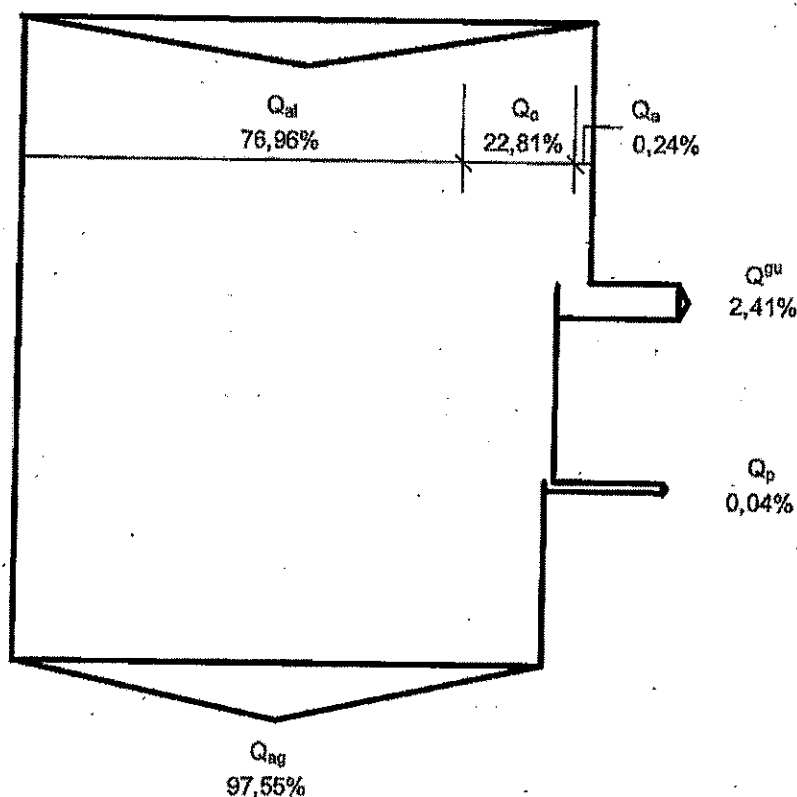


Fig. 4.70. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

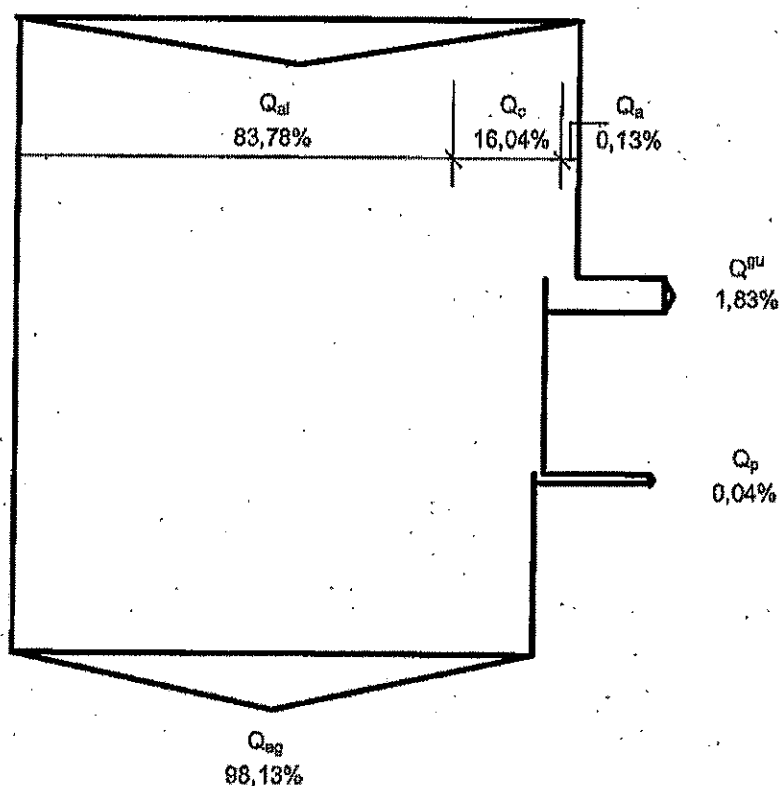
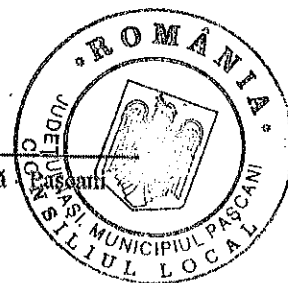


Fig. 4.71. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

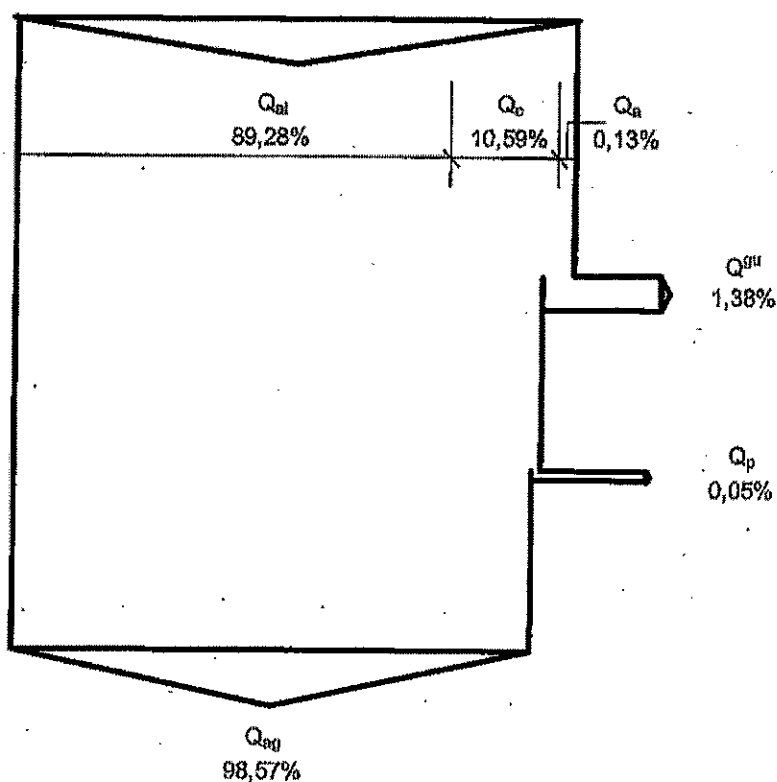


Fig. 4.72. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.7.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 8

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.78 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 8 la consumatorii finali.

Tab. 4.75. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 8

Conducte încălzire preizolate					
C.T. 8	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	20	0	0	0,000	0,000
	25	0	0	0,000	0,000
	32	0	0	0,000	0,000
	40	0	0	0,000	0,000
	50	245	245	0,481	0,481
	65	218	218	0,721	0,721
	80	258	258	1,296	1,296
	100	272	272	2,131	2,131
	125	199	199	2,435	2,435
	150	296	296	5,228	5,228
	157	0	0	0,000	0,000
	168	0	0	0,000	0,000
	200	98	98	3,077	3,077
	219	0	0	0,000	0,000
	250	0	0	0,000	0,000
	260	0	0	0,000	0,000
	TOTAL	1584,5	1584,5	15,37	15,37

Conducte ACC/RACC preizolate					
C.T. 8	Dn	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	12,7			0,000	0,000
	19,0			0,000	0,000
	25,4			0,000	0,000
	31,8			0,000	0,000
	38,1	462		0,526	0,000
	50,8	341		0,691	0,000
	63,5	203		0,643	0,000
	76,2	219		0,998	0,000
	101,6	196		1,588	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	1421,0	0,0	4,45	0,00

Tab. 4.76. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 8

Conducătoare încălzire preizolate subterane - TUR																		Pierderi tehnologice prin apă de uz casnic					
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																		Pierderi pe sezon					
d_{ht}	t_a	t_b	λ_p	λ_{a1}	λ_{a2}	h	d_p	d_i	d_{ep}	R_p	R_{a1}	R_{a2}	R_{ed}	q	l	β	ΔQ	Volum rețele	Pierderi orare	Pierderi pe sezon			
[mm]	[°C]	[°C]			[W/m·°C]	[m]	[m]	[m]	[m]		[m²·°C/W]	[m²·°C/W]	[m²·°C/W]	[W/m]	[m]	[m]	[kW]	[m³]	[kcal]	[m³]	[Gcal]		
20	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0269	0,100	0,110	0,0010	6,289	0,158	0,598	5,80	0,0	0,1	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
26	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0009	7,468	0,171	0,598	6,38	0,0	0,1	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
32	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,119	0,124	0,0007	8,679	0,180	0,576	7,17	0,0	0,1	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
40	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	9,847	0,180	0,584	8,00	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000
50	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,136	0,144	0,0005	6,112	0,165	0,549	8,01	245,0	0,1	2428,9	0,481	0,001	44,8	4,087	0,191
65	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,180	0,0005	4,322	0,148	0,530	10,49	217,0	0,1	2510,1	0,721	0,001	87,3	6,132	0,286
80	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,178	0,0004	3,781	0,135	0,513	11,83	258,0	0,1	3365,0	1,296	0,003	120,6	11,018	0,514
100	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,475	11,85	278,0	0,1	3589,1	2,431	0,004	198,7	18,116	0,844
125	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,465	13,79	178,6	0,1	3004,5	2,936	0,005	227,0	20,695	0,985
160	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	15,52	286,0	0,1	5052,2	5,228	0,010	487,4	44,439	2,071
167	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	16,11	0,0	0,1	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
168	56,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1630	0,283	0,292	0,0003	2,571	0,122	0,424	16,64	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000
TOTAL															1446,6	2199,4	0,1	1446,6	1446,6	0,1	1446,6	1446,6	

Conducere încălzire preizolate subterane - RETUR																	Pierderi tehnologice prin transfer de căldură										Pierderi tehnologice prin apă de eșec									
t_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{ext}	λ	d_e	d_i	d_{op}	R_p	R_k	R_{ep}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum [m ³ /h]	Pierderi [kW]	Pierderi [Gcal/h]																	
[mm]	[°C]	[°C]			[W/m·°C]	[m]	[m]	[m]		[m ² /°C·W]			[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m ³ /h]	[kW]	[Gcal/h]																	
20	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,0280	0,106	0,110	0,0010	8,288	0,158	0,686	5,04	9,0	0,1	0,0	0,000	0,000																
25	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,0314	0,111	0,116	0,0009	7,488	0,171	0,688	5,55	9,0	0,1	0,0	0,000	0,000																
32	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,0390	0,119	0,124	0,0007	5,579	0,160	0,676	6,24	9,0	0,1	0,0	0,000	0,000																
40	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,0472	0,127	0,132	0,0008	5,847	0,150	0,684	6,95	9,0	0,1	0,0	0,000	0,000																
50	49,78	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,0590	0,139	0,144	0,0005	6,112	0,165	0,649	7,83	245,0	0,1	2108,8	50,461	0,001																
55	49,79	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,0740	0,164	0,168	0,0006	4,322	0,148	0,549	9,12	217,5	0,1	2182,1	50,001	0,001																
60	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,781	0,185	0,513	10,37	259,0	0,1	2842,7	69,286	0,003																
100	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,475	10,39	271,5	0,1	3102,6	82,131	0,004																
126	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,323	0,128	0,465	11,93	198,5	0,1	2815,9	72,435	0,005																
160	49,79	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,1642	0,284	0,274	0,0003	2,605	0,141	0,435	13,49	286,0	0,1	4391,9	5,228	0,010																
157	49,79	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,00	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000																
168	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,6	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,571	0,122	0,424	14,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000																

Conducte ACC protezate subterane														Plinderi tehnologia prin transfer de caldura										Plinderi tehnologia prin apa de scolare									
d_{ext}	t_c	t_g	λ_p	λ_{ac}	λ_{ad}	h	d_e	r_{te}	d_{sp}	R_p	R_{te}	R_{sp}	R_{ad}	q	L	β	ΔQ	Volum [m ³ /se]	Plinderi [m ³ /se]	Plinderi [m ³ /se]	Plinderi [m ³ /se]	Plinderi [m ³ /se]	Plinderi [m ³ /se]										
[mm]	[°C]	[°C]				[m]	[m]	[m]	[m]	[m ² ·°C/W]				[W/m]	[m]		[W]	[m ³ /se]	[m ³ /se]	[m ³ /se]	[m ³ /se]	[m ³ /se]	[m ³ /se]										
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	9,811	0,154	0,808	4,53	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000										
19	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,195	0,109	0,0010	8,484	0,158	0,587	5,19	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000										
25,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,458	0,160	0,587	5,83	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000										
31,75	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,057	0,161	0,576	6,46	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000										
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,126	0,130	0,0006	5,017	0,162	0,587	7,10	462,0	0,1	3816,0	0,626	0,001	44,2	4,475	0,188										
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,138	0,559	8,25	341,0	0,1	3094,0	0,691	0,001	58,6	5,872	0,247										
63,5	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,0715	0,162	0,168	0,0004	4,428	0,161	0,533	9,36	203,0	0,1	2090,2	0,643	0,001	54,0	5,462	0,229										
76,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,0852	0,185	0,171	0,0004	3,906	0,188	0,618	10,49	219,0	0,1	2527,0	0,598	0,002	83,8	8,485	0,356										
101,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,1118	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,199	0,478	10,98	186,0	0,1	2367,7	1,688	0,003	133,4	13,500	0,567										

Placeri tehnologice de câștigat pe rețeaua de distribuție - IARNA				
CT 18		UM	Termico	Masloze
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR		Cca	72,91	4,871
Conducte încălzire preizolate subterane - RCTUR		Cca	83,38	4,164
Total încălzire preizolate subterane		Cca	156,29	9,02
Conducte ACC preizolate subterane		Cca	50,04	1,587
Conducte Raccolture ACC preizolate subterane		Cca	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate		Cca	50,04	1,59
TOTAL din Căș.			186,34	10,61

REGIM DE VARĂ																								
Conducătoare ACC preizolato subterane																								
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																								
d_{pe}	t_a	t_g	λ_{pe}	λ_{te}	λ_{af}	λ_{ed}	h	d_c	d_{ci}	d_{ap}	R_p	R_c	R_{af}	R_{ed}	q	l	β	ΔC	Pierderi tehnologice prin apă de caldura					
(mm)	[°C]	[°C]			[W/m ² ·G]		(m)	(m)	(m)	(m)	(m ² ·°C/W)				[W/m]	(m)		[W]	Volum apă [m ³]	Pierderi caldura [m ³]	Pierderi pe sezon [kcal]	[m ³]	[Gcal]	
12,7	62	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0187	0,0827	0,087	0,0014	8,708	0,183	0,038	3,68	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
19	62	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0250	0,0854	0,093	0,0010	7,469	0,197	0,025	4,25	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
25,4	62	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0314	0,0850	0,100	0,0008	6,554	0,175	0,014	4,81	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
31,76	52	10,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	5,820	0,186	0,001	5,35	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	
38,1	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0461	0,1091	0,114	0,0009	5,210	0,174	0,000	5,91	462	0,1	3003,5	0,576	0,001	-4,2	4,475	0,188	
50,8	62	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0560	0,1220	0,127	0,0005	4,395	0,155	0,071	8,21	841	0,1	2900,4	0,691	0,001	-58,0	5,872	0,247	
63,5	62	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0715	0,1355	0,142	0,0004	3,770	0,108	0,552	7,88	203	0,1	1755,7	0,643	0,001	-54,0	-6,462	0,229	
70,2	62	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,0862	0,1492	0,165	0,0004	3,304	0,103	0,536	8,44	219	0,1	2130,0	0,688	0,002	-83,8	-8,486	0,358	
101,8	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,0	0,1116	0,1758	0,182	0,0003	2,673	0,130	0,508	10,06	198	0,1	2208,6	1,568	0,003	-133,4	13,500	0,567	
TOTAL																	32210	11278	10203	33715	12788	288		

Prodori tehnologici de câștiguri pe rețeaua de distribuție -VARA			
CT	IS	UM	Termoie Musloie
Conducătoare ACC preizolato subterane		Gcal	43,05 1,587
Conducătoare Racordare ACC preizolato subterane		Gcal	0,00 0,029
Total ACC+RACC preizolato		Gcal	43,05 1,59

Tab. 4.77. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 8

CT	7		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]		322,9	305,3	17,6	322,9
		din care:			
		Încălzire	169,4	12,7	182,0
		ACC	135,9	4,9	140,9

Tab. 4.78. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 8

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	Total pierderi
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice (mc)	Total	[Gcal]
Ianuarie	79,47	0,43	79,90	68,82	2,01	0,00	2,01	66,81	24,64	42,17	-1,58	0,00	10,98	42,00	12,65	11,06
Februarie	93,83	3,44	97,27	86,76	2,62	0,00	2,62	84,14	27,73	56,41	0,82	0,00	7,17	63,00	9,69	10,51
Martie	81,17	3,44	84,62	60,98	1,95	0,00	1,95	59,02	22,08	36,94	1,49	0,00	21,03	28,00	22,15	23,64
Aprilie	40,91	4,31	45,22	39,88	4,36	0,00	4,36	35,52	10,05	25,47	-0,05	0,00	3,79	40,00	6,39	15,34
Mai	0,00	3,18	3,18	3,04	3,04	0,00	3,04	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	-1,12	28,00	0,00	10,14
Iunie	0,00	3,05	3,05	2,78	2,78	0,00	2,78	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	-0,12	3,00	0,00	0,27
Iulie	0,00	3,18	3,18	3,09	3,09	0,00	3,09	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	-0,32	6,00	0,00	10,10
August	0,00	2,22	2,22	1,80	1,80	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42
Septembrie	0,00	2,16	2,16	1,36	1,36	0,00	1,36	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
Octombrie	27,51	1,36	28,88	22,67	0,97	0,00	0,97	21,70	11,82	9,88	0,39	0,00	5,25	14,00	5,81	6,20
Noiembrie	41,63	1,53	43,16	35,83	1,19	0,00	1,19	34,64	15,86	18,78	0,35	0,00	4,35	66,00	6,99	7,33
Decembrie	86,84	2,39	89,23	76,48	1,81	0,00	1,81	74,67	34,71	39,96	0,58	0,00	10,85	33,00	12,17	12,75
Total	451,36	30,71	482,08	403,40	26,99	0,00	26,99	376,50	146,89	229,61	3,73	0,00	61,86	325,00	74,86	78,59

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 8 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.79. Bilanțul real anual pe conturul CT 8 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	76011,4	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	619,5	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	63,8	10,29
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	1,8	0,29
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	482,1	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	78,6	16,30
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	65,6	13,60
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	13,0	2,70
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	403,5	83,70
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	376,5	78,10
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	27,0	5,60

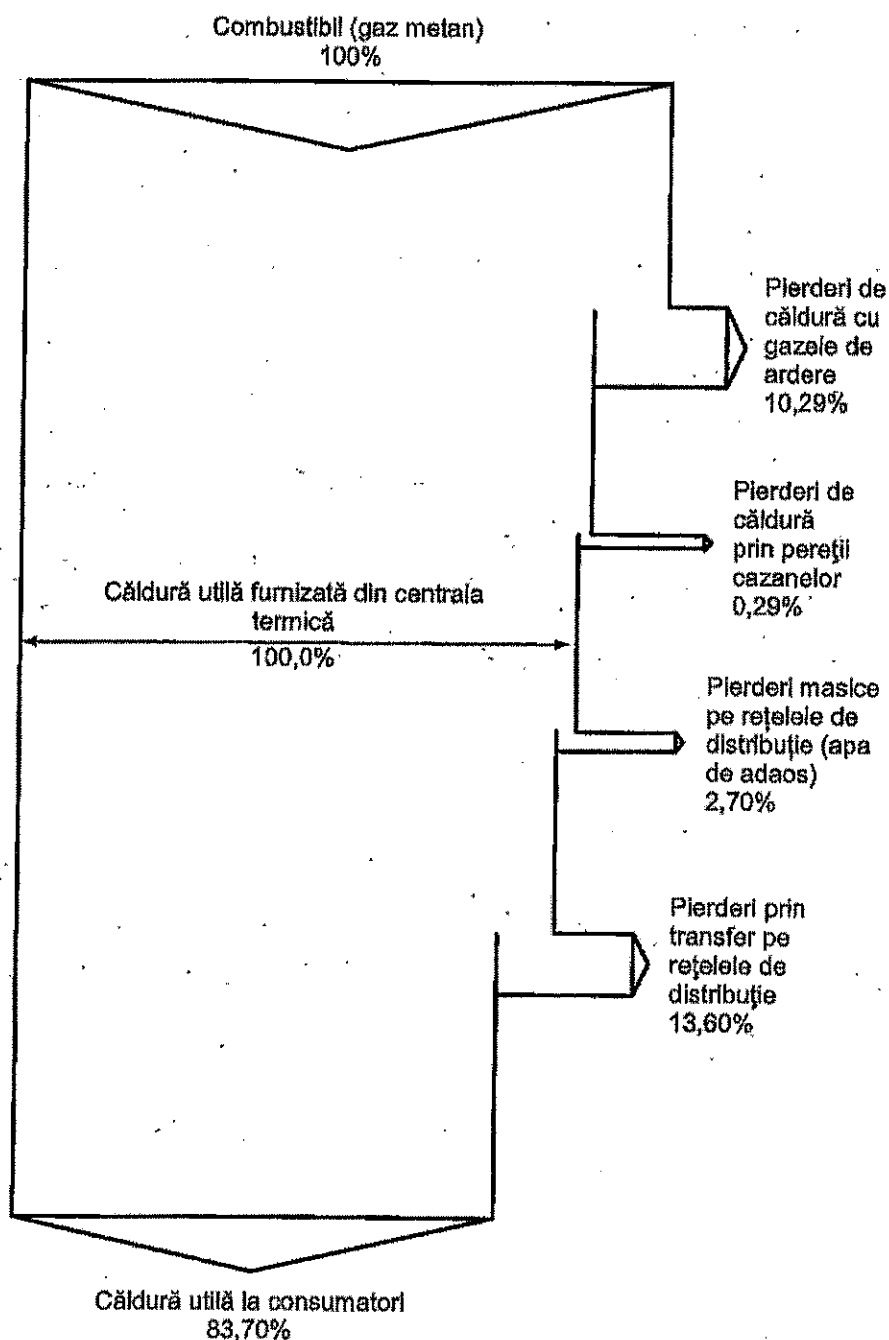


Fig. 4.73. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 8 + rețele de distribuție

4.8. Bilanțul termooenergetic real pe conturul centralei termice CT 9

Centrala termică CT 9 este echipată tot cu trei cazane identice CHAPPÉE CX-HR2 de 2900 kW fiecare, dotate cu arzătoare SICMA - RAG GS 380 pentru gaz metan și pompe SALMSON LRL 210 de 4 kW. De altfel, centralele termice CT 4, CT 7, CT 8 și CT 9 sunt identice din acest punct de vedere.

4.8.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 9

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.8.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.80. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

Încărcare cazan	90,0%	62,5%	40,0%
Coeficient de exces de aer α	1,17	1,20	1,34
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	23,5	23,5	23,5
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	136	141	150
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	301,9	210,7	136,7
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,30	7,19	4,66
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	13,47	9,40	6,10
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	124,5	124,5	124,5
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	71,5	73,5	73,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	89,5	86,0	81,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	299,4	307,7	307,7
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	374,7	360,1	341,2
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	28,1	28,1	28,1
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	2875,3	2006,7	1301,9
Volum de aer de ardere real [m^3]	3364,1	2408,0	1744,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3177,2	2217,4	1438,6
Volum de gaze de ardere real [m^3]	3666	2619	1881
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	270,9	275,1	277,7

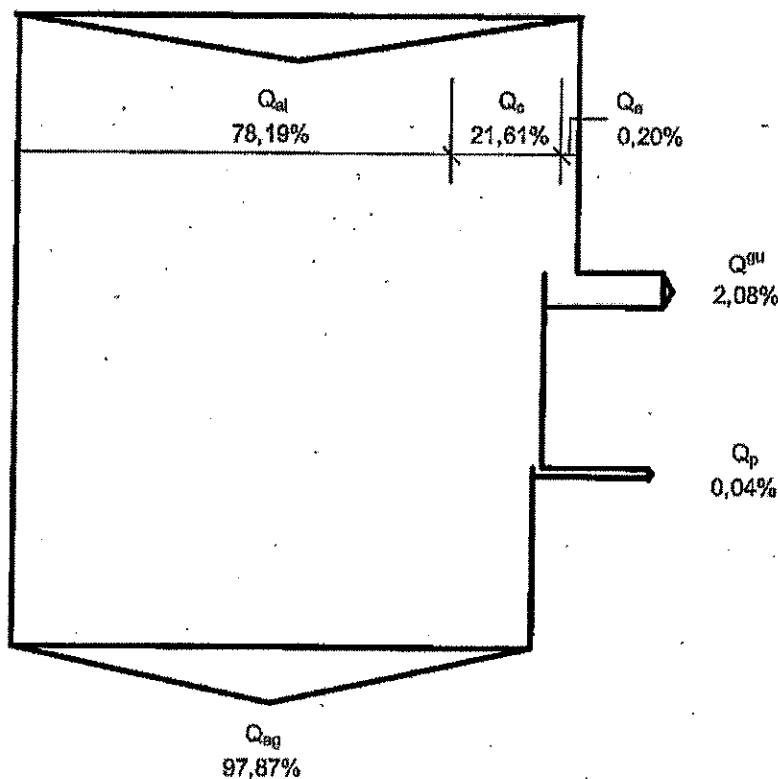
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.81. CT 9: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		90,0%	62,5%	40,0%
Căldura chimică a combustibilului Q_o	[GJ]	10,30	7,19	4,66
	[%]	21,6%	15,8%	10,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,07	0,05
	[%]	0,20%	0,15%	0,11%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,27	38,31	38,31
	[%]	78,19%	84,07%	89,04%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	47,67	45,57	43,03
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		90,0%	62,5%	40,0%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,993	0,720	0,522
	[%]	2,08%	1,58%	1,21%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,01	0,74	0,54
	[%]	2,1%	1,6%	1,3%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	46,65	44,83	42,48
	[%]	97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul brut al instalației η		97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		91,1%	90,6%	89,4%


Fig. 4.74. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă



**TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS**

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Locativă - Rașcani

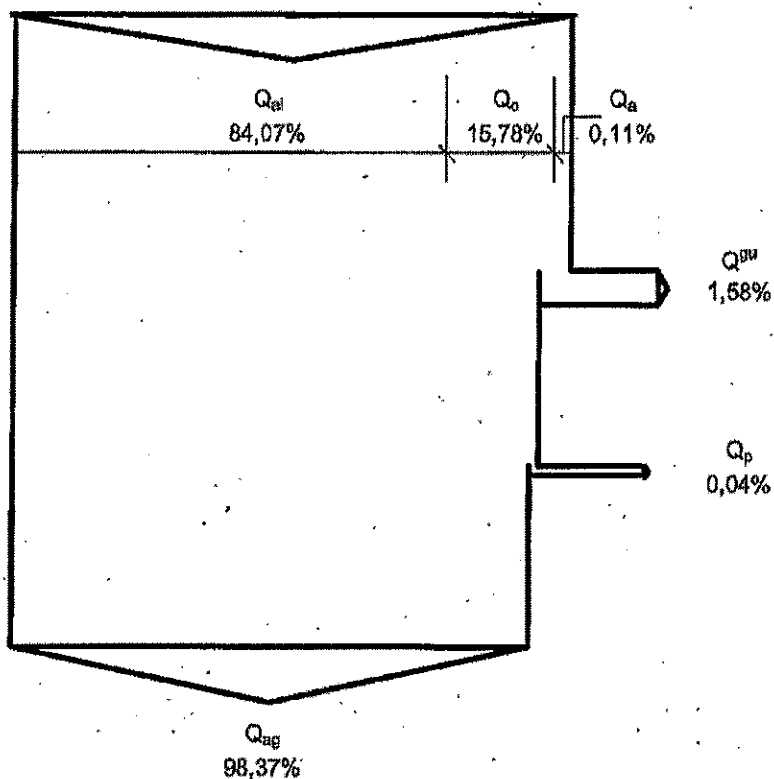
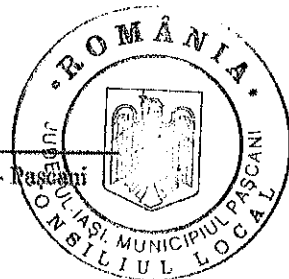


Fig. 4.75. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

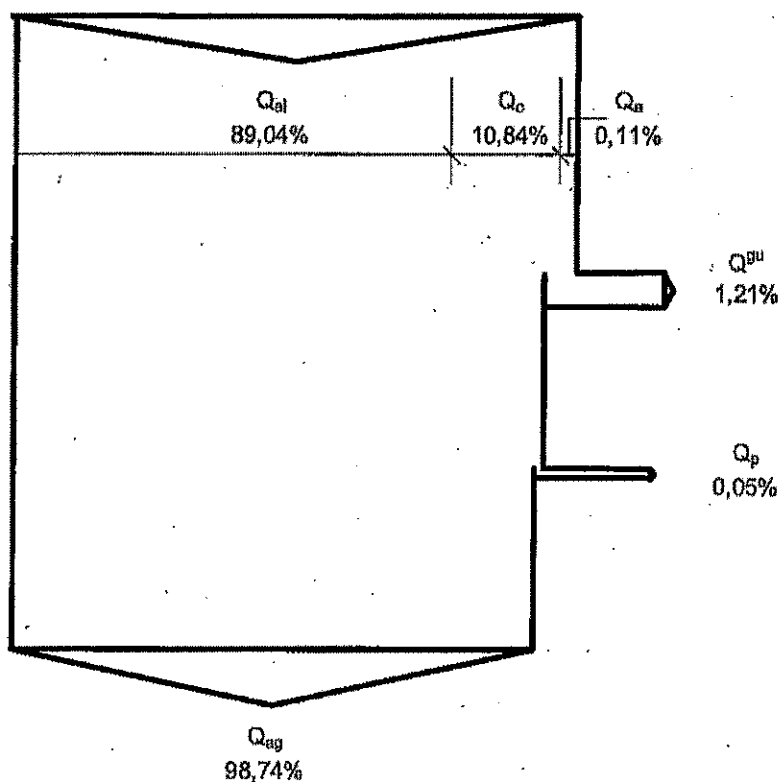


Fig. 4.76. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.8.1.2 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.82. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

<i>Încărcare cazan</i>	90,4%	60,2%	42,7%
Coeficient de exces de aer α	1,17	1,21	1,35
Temperatura aerului de ardere [°C]	23,5	23,5	23,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	137	142	151
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	303,2	203,3	146,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	10,35	6,94	4,98
Nr. orar de kilometri de combustibil n_p consumat orar	13,52	9,07	6,51
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	72,0	74,0	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	86,0	83,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	301,4	309,8	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	360,1	349,6
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,1	28,1	28,1
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2887,7	1936,2	1390,0
Volum de aer de ardere real [m ³]	3378,6	2342,8	1876,5
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	3190,9	2139,5	1536,0
Volum de gaze de ardere real [m ³]	3682	2546	2022
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	272,2	275,7	278,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

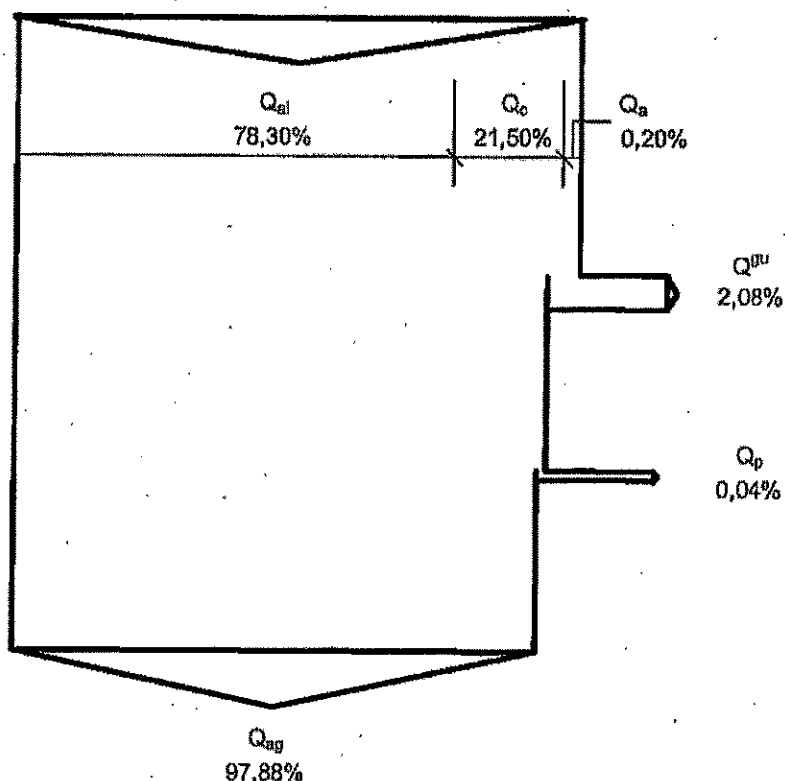
Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.83. CT 9: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C2

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		90,4%	60,2%	42,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	10,35	6,94	4,98
	[%]	21,5%	15,2%	11,2%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,09	0,07	0,05
	[%]	0,20%	0,14%	0,12%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	37,68	38,73	39,25
	[%]	78,30%	84,69%	88,64%
Total caldura intrata Q_t	[GJ]	48,12	45,73	44,28
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		90,4%	60,2%	42,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{ga}	[GJ]	1,002	0,702	0,563
	[%]	2,08%	1,53%	1,27%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,02	0,72	0,58
	[%]	2,1%	1,6%	1,3%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	47,10	45,01	43,70
	[%]	97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul brut al instalației η		97,9%	98,4%	98,7%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_u		91,1%	90,5%	89,3%


Fig. 4.77. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

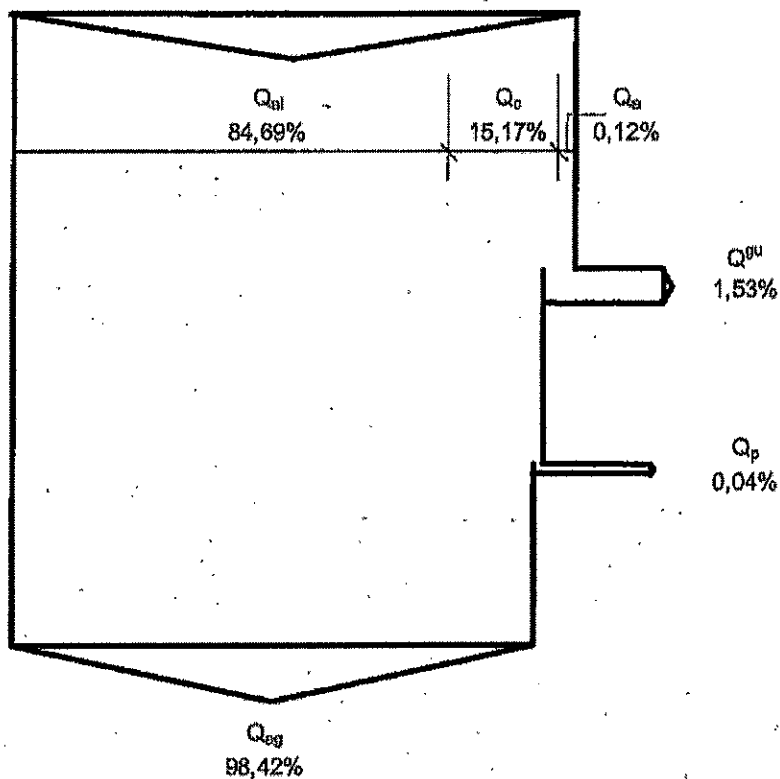


Fig. 4.78. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

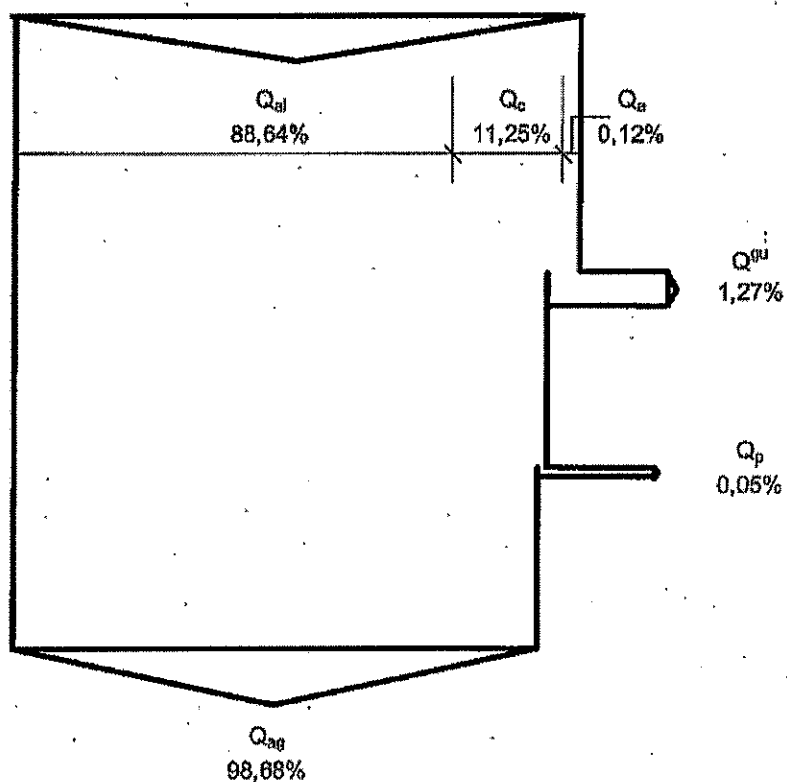


Fig. 4.79. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.8.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.84. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Încărcare cazan	95,4%	62,8%	39,2%
Coefficient de exces de aer α	1,31	1,40	1,54
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	23,5	23,5	23,5
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	154	158	167
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	325,2	215,8	136,7
Căldură rezultată din arderea combustibilului [GJ]	11,10	7,36	4,66
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	14,50	9,63	6,10
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	125,0	125,0	125,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	71,0	73,0	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	90,0	85,5	82,8
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	297,3	305,6	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	376,8	358,0	346,7
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	28,1	28,1	28,1
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	3097,2	2055,3	1301,9
Volum de aer de ardere real [m^3]	4057,3	2877,4	2005,0
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	3422,4	2271,1	1438,6
Volum de gaze de ardere real [m^3]	4383	3093	2142
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	284,5	284,6	289,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.85. CT 9: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,4%	62,8%	39,2%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	11,10	7,36	4,66
	[%]	22,9%	16,1%	10,6%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,11	0,08	0,06
	[%]	0,24%	0,18%	0,13%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{at}	[GJ]	37,16	38,20	39,25
	[%]	76,82%	83,69%	89,26%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	48,37	45,65	43,97
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,4%	62,8%	39,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{ga}	[GJ]	1,247	0,880	0,620
	[%]	2,58%	1,93%	1,41%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,04%	0,04%	0,05%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,27	0,90	0,64
	[%]	2,6%	2,0%	1,5%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	47,10	44,75	43,33
	[%]	97,4%	98,0%	98,5%
Randamentul brut al instalației η		97,4%	98,0%	98,5%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_u		89,6%	88,8%	87,5%

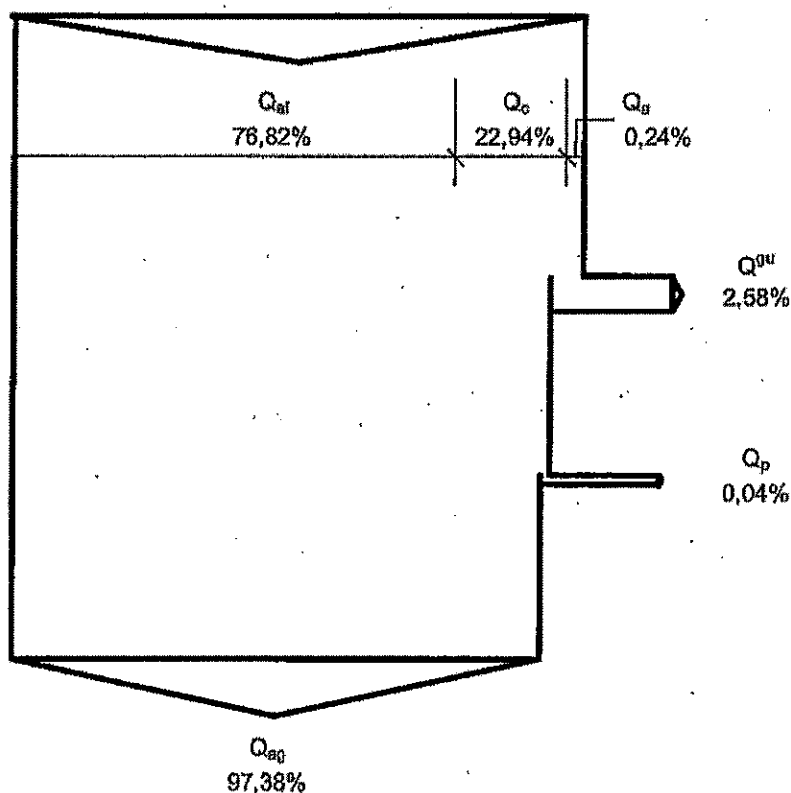


Fig. 4.80. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

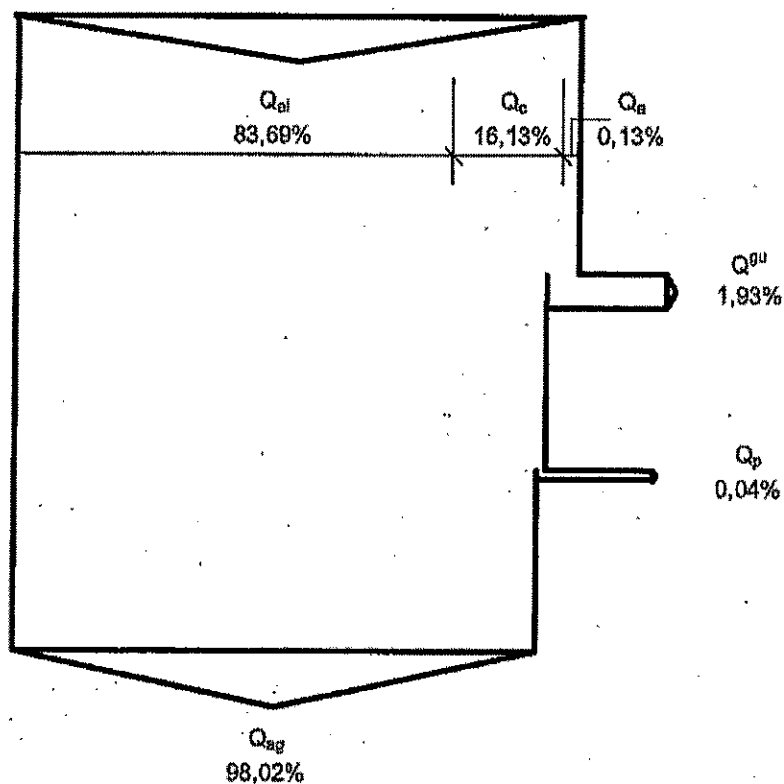
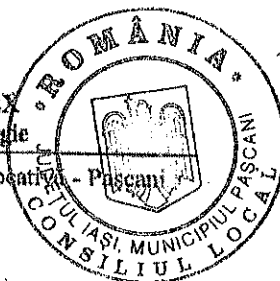


Fig. 4.81. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

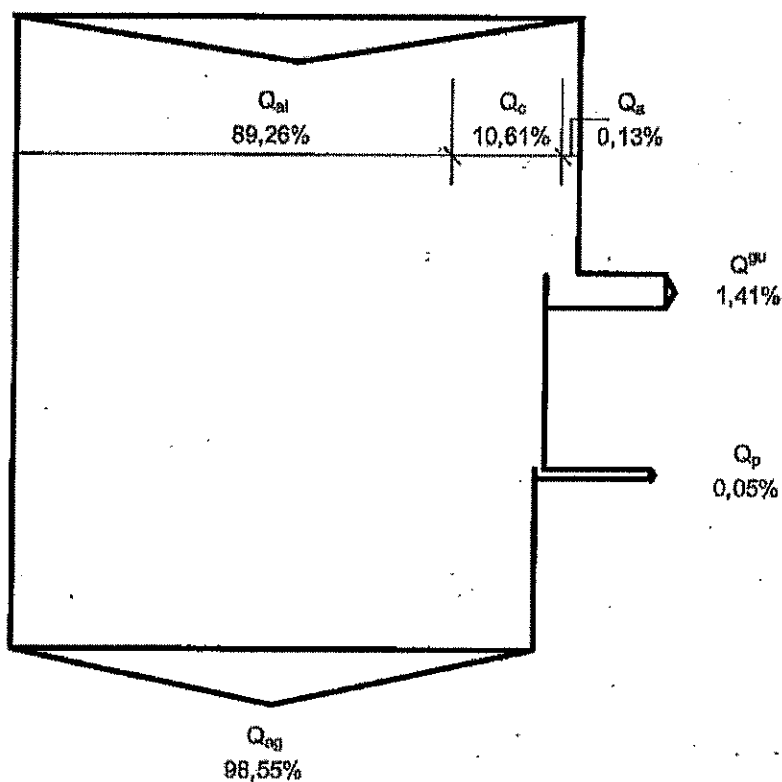


Fig. 4.82. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.8.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 9

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă -- 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.89 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 9 la consumatorii finali.

Tab. 4.86. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 9

Conducte încălzire preizolate					
Dn	Lungime		Volum rețea		
	Tur	Retur	Tur	Retur	
	[m]	[m]	[mc]	[mc]	
20			0,000	0,000	C.T. 9
25			0,000	0,000	
32			0,000	0,000	
40			0,000	0,000	
50	355	355	0,697	0,697	
65	107	107	0,355	0,355	
80	89,5	89,5	0,450	0,450	
100	260	260	2,041	2,041	
125	365,5	365,5	4,483	4,483	
150	226,5	226,5	4,001	4,001	
157			0,000	0,000	
168			0,000	0,000	
200	85	85	2,669	2,669	
219			0,000	0,000	
250			0,000	0,000	
260			0,000	0,000	
TOTAL	1488,5	1488,5	14,69	14,69	

Conducte ACC/RACC preizolate					
Dn	Lungime		Volum rețea		
	ACC	RACC	Tur	Retur	
	[m]	[m]	[mc]	[mc]	
12,7			0,000	0,000	C.T. 9
19,0			0,000	0,000	
25,4			0,000	0,000	
31,8			0,000	0,000	
38,1	85		0,097	0,000	
50,8	409		0,829	0,000	
63,5	381		1,206	0,000	
76,2	313		1,427	0,000	
101,6	187		1,515	0,000	
			0,000	0,000	
			0,000	0,000	
			0,000	0,000	
			0,000	0,000	
TOTAL	1375,0	0,0	5,07	0,00	

Tab. 4.87. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 9

REGIM DE IARNA																			
Conducție încălzire preizolată subterană - TUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{ic}	λ_{ap}	λ_{act}	h	d_i	d_{ex}	d_{ap}	R_p	R_{ic}	R_{ap}	R_{act}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de ados
(mm)	(°C)	(°C)					(m)	(m)	(m)	(m)					(W/m)	(m)	(m)	(W)	Volum rețea
																			Pierderi pe sezon
																			(m³) (Gcal)
20	58,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0280	0,106	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,698	5,80	0,0	0,1	0,0	0,000
25	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,171	0,688	5,38	0,0	0,1	0,0	0,000
32	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,119	0,124	0,0007	6,678	0,180	0,676	5,17	0,0	0,1	0,0	0,000
40	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,664	5,00	0,0	0,1	0,0	0,000
50	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,188	0,649	5,01	355,0	0,1	355,0	0,000
65	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,160	0,0004	4,322	0,148	0,635	10,49	107,0	0,1	1294,9	0,000
80	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0800	0,170	0,176	0,0004	3,761	0,136	0,613	11,63	88,5	0,1	1174,3	0,000
100	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	11,85	280,0	0,1	2417,8	0,000
125	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,465	13,76	385,5	0,1	5532,3	0,000
150	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,436	15,52	229,5	0,1	3865,0	0,000
167	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	16,11	0,0	0,1	0,0	0,000
183	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,671	0,122	0,424	16,84	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL																			

Conducție încălzire preizolată subterană - RETUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{ic}	λ_{ap}	λ_{act}	h	d_i	d_{ex}	d_{ap}	R_p	R_{ic}	R_{ap}	R_{act}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de ados
(mm)	(°C)	(°C)					(m)	(m)	(m)	(m)					(W/m)	(m)	(m)	(W)	Volum rețea
																			Pierderi pe sezon
																			(m³) (Gcal)
20	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,106	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,698	5,80	0,0	0,1	0,0	0,000
25	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,171	0,688	5,35	0,0	0,1	0,0	0,000
32	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0390	0,119	0,124	0,0007	6,678	0,180	0,676	5,24	0,0	0,1	0,0	0,000
40	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,180	0,664	5,95	0,0	0,1	0,0	0,000
50	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,188	0,649	7,83	355,0	0,1	8057,0	0,000
65	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,160	0,0004	4,322	0,148	0,630	8,12	107,0	0,1	1073,6	0,000
80	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,781	0,135	0,613	10,57	88,5	0,1	1020,8	0,000
100	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	10,39	280,0	0,1	2071,2	0,000
125	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,126	0,455	11,88	385,5	0,1	4809,3	0,000
150	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,805	0,141	0,435	13,49	229,5	0,1	3360,7	0,000
167	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	14,00	0,0	0,1	0,0	0,000
183	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,292	0,0003	2,671	0,122	0,424	14,64	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL																			

Conducție ACC preizolată subterană																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{ic}	λ_{ap}	λ_{act}	h	d_i	d_{ex}	d_{ap}	R_p	R_{ic}	R_{ap}	R_{act}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de ados
(mm)	(°C)	(°C)					(m)	(m)	(m)	(m)					(W/m)	(m)	(m)	(W)	Volum rețea
																			Pierderi pe sezon
																			(m³) (Gcal)
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	8,811	0,164	0,608	4,53	0,0	0,1	0,0	0,000
18	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,106	0,109	0,0010	8,484	0,169	0,597	5,19	0,0	0,1	0,0	0,000
25,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,160	0,587	5,88	0,0	0,1	0,0	0,000
31,75	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,687	0,161	0,578	6,48	0,0	0,1	0,0	0,000
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,125	0,130	0,0006	5,817	0,162	0,567	7,10	86,0	0,1	984,2	0,000
60,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,138	0,650	8,25	409,0	0,1	3711,7	0,000
83,5	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,152	0,158	0,0004	4,428	0,151	0,533	9,36	301,0	0,1	3923,0	0,000
76,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,165	0,171	0,0004	3,905	0,139	0,518	10,49	313,0	0,1	3811,7	0,000
101,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,108	0,476	10,98	187,0	0,1	2269,0	0,000
TOTAL																			

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA			
CT 9	UM	Termice	Mecanice
Conducție încălzire preizolată subterană - TUR	Gcal	68,60	4,765
Conducție încălzire preizolată subterană - RETUR	Gcal	59,65	4,084
Total încălzire preizolată subterană	Gcal	128,05	8,83
Conducție ACC preizolată subterană	Gcal	51,79	1,811
Conducție Reducere ACC preizolată subterană	Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolată	Gcal	51,79	1,81
TOTAL			

REGIM DE VARA

Conducție ACC preizolată subterană																			Pierderi tehnologice prin apă de ados				
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi pe sezon				
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{ic}	λ_{ap}	λ_{act}	h	d_i	d_{ex}	d_{ap}	R_p	R_{ic}	R_{ap}	R_{act}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi orele	Pierderi pe sezon		
(mm)	(°C)	(°C)					(m)	(m)	(m)	(m)					(W/m)	(m)	(m)	(W)	(m³)	(Gcal)	(Gcal)		
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,0827	0,087	0,0014	8,768	0,163	0,638	3,68	0	0,1	0,0	0,000	0,0	0,000	0,000	
18	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,0860	0,093	0,0010	7,489	0,167	0,625	4,25	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000
25,4	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,0864	0,100	0,0008	6,554	0,176	0,614	4,81	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000
31,75	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,0922	0,107	0,0007	5,809	0,169	0,591	5,35	0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000
38,1	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,1091	0,114	0,0006	5,210	0,174	0,590	6,91	85	0,1	552,6	-0,097	0,000	8,1	0,623	0,033
50,0	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,1270	0,127	0,0005	4,385	0,180	0,571	8,91	409	0,1	3107,0	0,629	0,002	88,6	3,743	0,208
63,5	52	10,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,1355	0,142	0,0004	3,770	0,183	0,552	7,96	381	0,1	3255,2	0,209	0,002	101,3	40,261	0,431
76,2	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0862	0,1492	0,165	0,0004	3,304	0,183	0,535	8,84	313	0,1	3044,3	0,1427	0,003	118,8	12,127	0,608
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,1766	0,182	0,0003	2,673	0,130	0,508	10,66	187	0,1	2193,1	0,615	0,003	127,3	12,860	0,641
127,0	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1422	0,2142	0,214	0,0003	2,122	0,103	0,482	12,70	137	0,1	1219,2	0,621	0,003	131,8	13,101	0,641

Tab. 4.88. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 9

CT	9		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]		236,9	224,4	12,5	236,9
		din care:			
		Încălzire	128,1	8,8	136,9
		ACC	96,4	3,6	100,0

Tab. 4.89. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 9

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	Total pierderi
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice (mc)	Total	[Gcal]
Ianuarie	386,96	32,11	419,07	390,47	32,18	0,00	32,18	355,29	33,03	325,27	-0,07	0,00	18,71	249,00	28,67	28,60
Februarie	438,18	42,03	480,21	448,08	38,05	0,00	38,05	410,03	41,16	368,87	3,98	0,00	15,64	313,00	28,16	32,13
Martie	339,78	39,36	379,15	362,16	33,81	0,00	33,81	328,35	32,10	296,25	5,56	0,00	1,35	252,00	11,43	16,99
Aprilie	171,03	50,53	221,56	203,07	45,10	0,00	45,10	157,97	17,29	140,68	5,42	0,00	1,82	281,00	13,06	18,48
Mai	0,00	40,73	40,73	37,87	37,87	0,00	37,87	0,00	0,00	0,00	2,88	0,00	-5,16	129,00	0,00	2,86
Iunie	0,00	39,05	39,05	34,35	34,35	0,00	34,35	0,00	0,00	0,00	4,70	0,00	-1,48	37,00	0,00	4,70
Iulie	0,00	34,56	34,56	32,25	32,25	0,00	32,25	0,00	0,00	0,00	2,31	0,00	-1,36	34,00	0,00	2,31
August	0,00	30,66	30,66	28,22	28,22	0,00	28,22	0,00	0,00	0,00	2,44	0,00	-0,04	1,00	0,00	2,44
Septembrie	0,00	32,84	32,84	29,86	29,86	0,00	29,86	0,00	0,00	0,00	2,98	0,00	-0,04	1,00	0,00	2,96
Octombrie	128,63	20,68	149,31	143,16	14,13	0,00	14,13	129,05	13,51	115,53	6,55	0,00	11,82	285,00	-0,42	16,13
Noiembrie	189,48	17,95	207,41	189,62	18,46	0,00	18,46	173,14	21,14	152,00	1,47	0,00	6,80	238,00	16,32	17,79
Decembrie	396,93	31,59	428,52	386,82	27,70	0,00	27,70	359,11	42,12	317,00	3,89	0,00	27,48	259,00	37,82	41,70
Total	2050,97	412,10	2463,07	2285,95	370,01	0,00	370,01	1915,94	200,34	1715,60	-42,09	0,00	51,87	2079,00	135,03	177,12

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 9 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.90. Bilanțul real anual pe conturul CT 9 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	333656,2	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	2719,3	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	267,1	9,82
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	7,4	0,27
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	2463,1	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	177,1	7,19
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	94,0	3,81
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	83,2	3,38
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	2285,9	92,81
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	1915,9	77,79
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	370,0	15,02

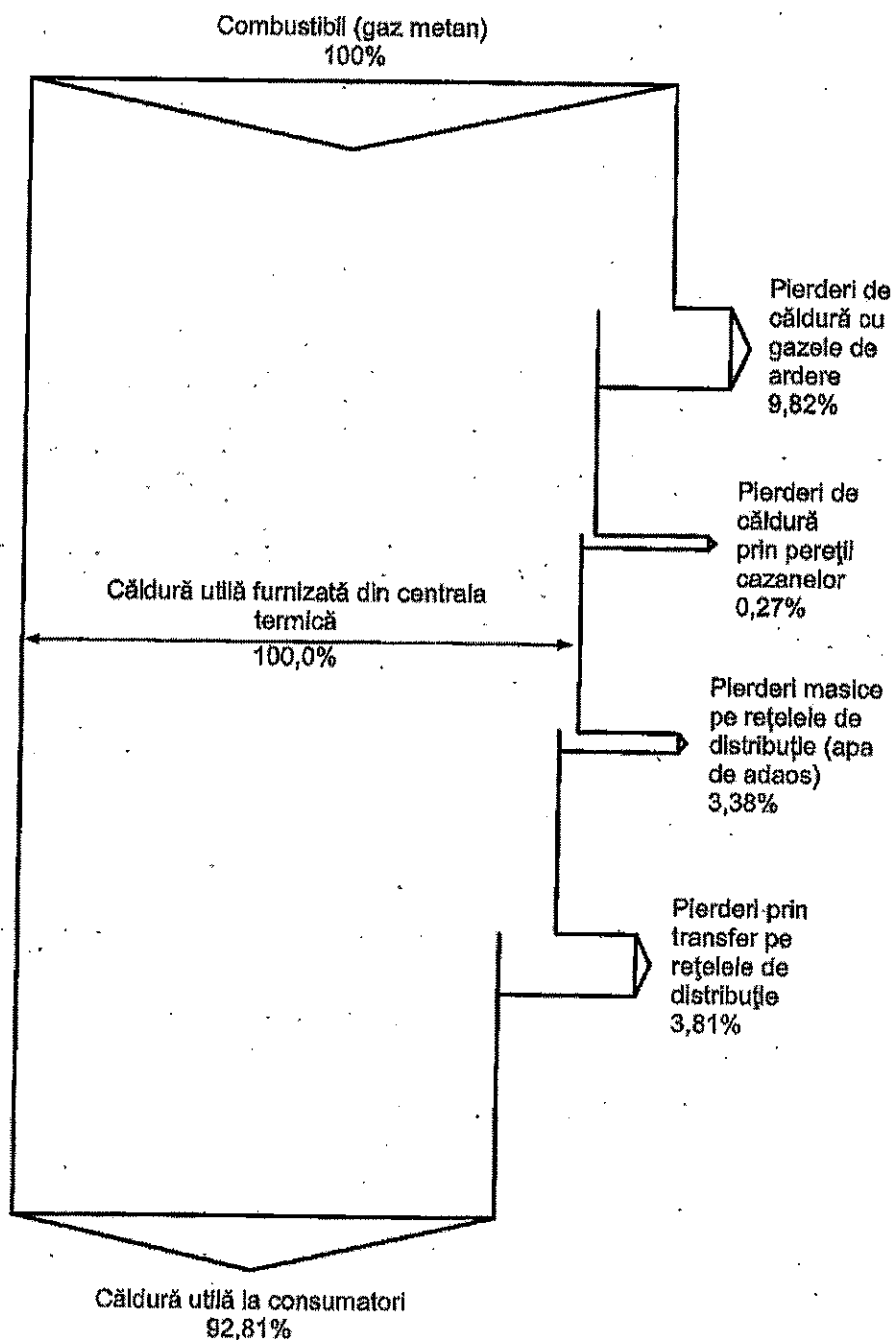


Fig. 4.83. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 9 + rețele de distribuție

4.9. Bilanțul termooenergetic real pe conturul centralei termice CT 10

Centrala termică CT 10 este echipată cu trei cazane identice VIESSMANN Paromat Simplex de 1900 kW fiecare, dotate cu arzătoare WEISHAUP T GN 4000 pentru gaz metan și pompe GRUNDFOS MB 50-125 de 4 kW.

4.9.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 10

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar,

4.9.1.1 Bilanțul termooenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.91. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	<i>95,5%</i>	<i>65,3%</i>	<i>42,7%</i>
Coefficient de exces de aer α	1,12	1,18	1,30
Temperatura aerului de ardere [°C]	20	20	20
Temperatura gazelor de ardere [°C]	153	157	165
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	211,6	145,7	96,6
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,22	4,97	3,30
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	9,44	6,50	4,31
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	82,0	82,0	82,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,0	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	86,0	83,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	305,6	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	360,1	349,6
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	24,2	24,2	24,2
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2015,3	1387,6	920,0
Volum de aer de ardere real [m ³]	2257,1	1637,4	1196,0
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2226,9	1533,3	1016,6
Volum de gaze de ardere real [m ³]	2469	1783	1293
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	296,3	296,8	299,1

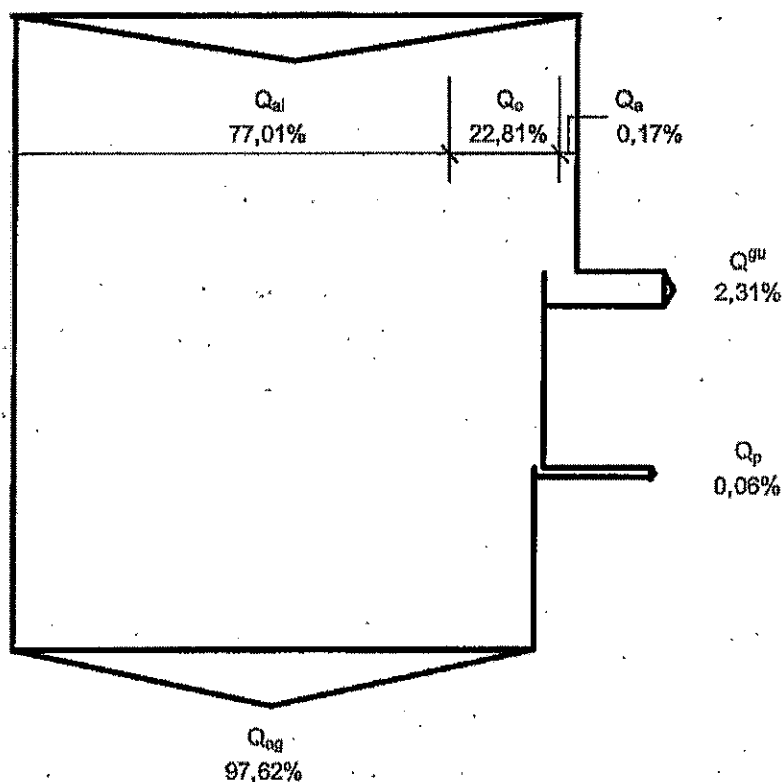
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.92. CT 10: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,5%	65,3%	42,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_o	[GJ]	7,22	4,97	3,30
	[%]	22,8%	16,5%	11,3%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,05	0,04	0,03
	[%]	0,17%	0,13%	0,10%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	24,38	25,06	25,75
	[%]	77,01%	83,34%	88,56%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	31,65	30,07	29,07
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,5%	65,3%	42,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,731	0,529	0,387
	[%]	2,31%	1,76%	1,33%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,07%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,75	0,55	0,41
	[%]	2,4%	1,8%	1,4%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	30,90	29,53	28,67
	[%]	97,6%	98,2%	98,6%
Randamentul brut al instalației η		97,6%	98,2%	98,6%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		90,3%	89,8%	88,5%


Fig. 4.84. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă

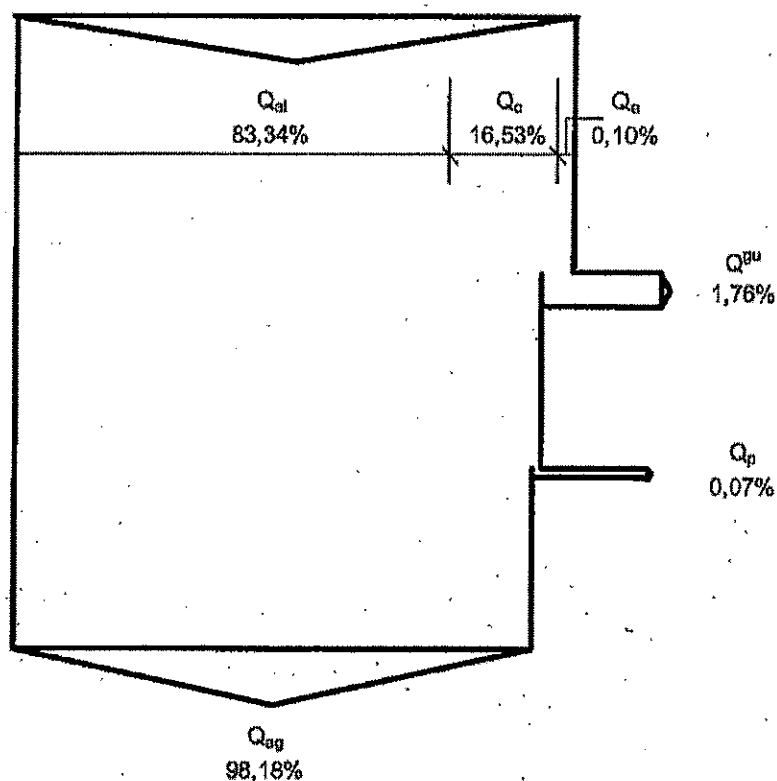


Fig. 4.85. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

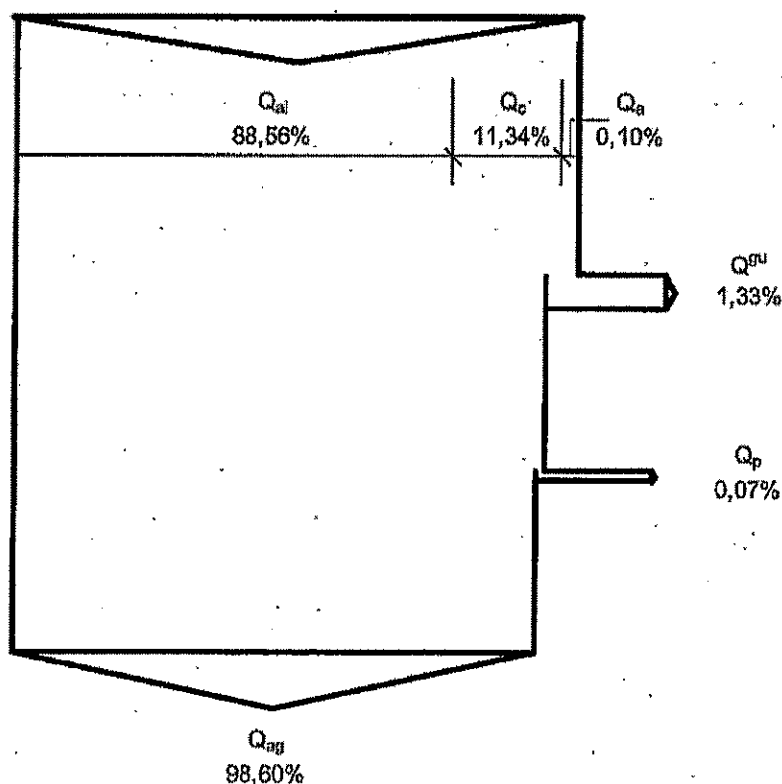


Fig. 4.86. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.9.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.93. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	93,0%	62,8%	39,7%
Coeficient de exces de aer α	1,29	1,34	1,47
Temperatura aerului de ardere [°C]	20	20	20
Temperatura gazelor de ardere [°C]	158	166	177
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	208,5	142,2	91,4
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,11	4,85	3,12
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	9,30	6,34	4,08
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	82,0	82,0	82,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,5	75,6
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,5	86,0	83,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	307,7	316,5
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	374,7	360,1	349,6
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	24,2	24,2	24,2
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	1985,8	1354,3	870,5
Volum de aer de ardere real [m ³]	2561,6	1814,8	1279,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2194,3	1496,5	961,9
Volum de gaze de ardere real [m ³]	2770	1957	1371
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	290,8	298,0	305,3

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.94. CT 10: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		93,0%	62,8%	39,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	7,11	4,85	3,12
	[%]	22,5%	16,1%	10,7%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,06	0,04	0,03
	[%]	0,20%	0,15%	0,11%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{at}	[GJ]	24,38	25,23	25,95
	[%]	77,26%	83,75%	89,18%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	31,55	30,13	29,10
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		93,0%	62,8%	39,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,806	0,583	0,419
	[%]	2,55%	1,94%	1,44%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,07%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,83	0,60	0,44
	[%]	2,6%	2,0%	1,5%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	30,73	29,53	28,67
	[%]	97,4%	98,0%	98,5%
Randamentul brut al instalației η		97,4%	98,0%	98,5%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,3%	88,4%	87,0%

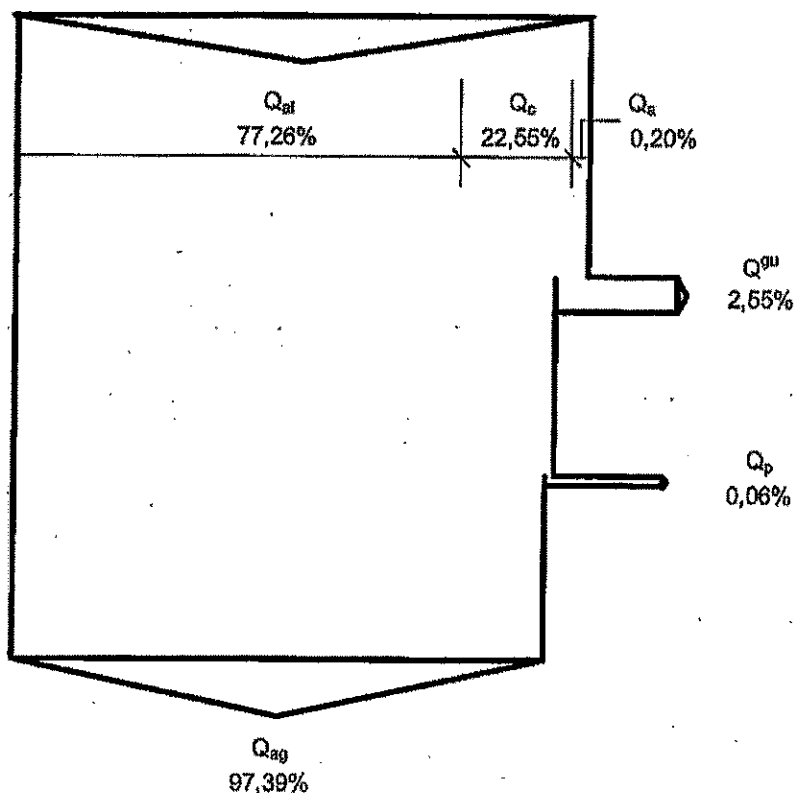


Fig. 4.87. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

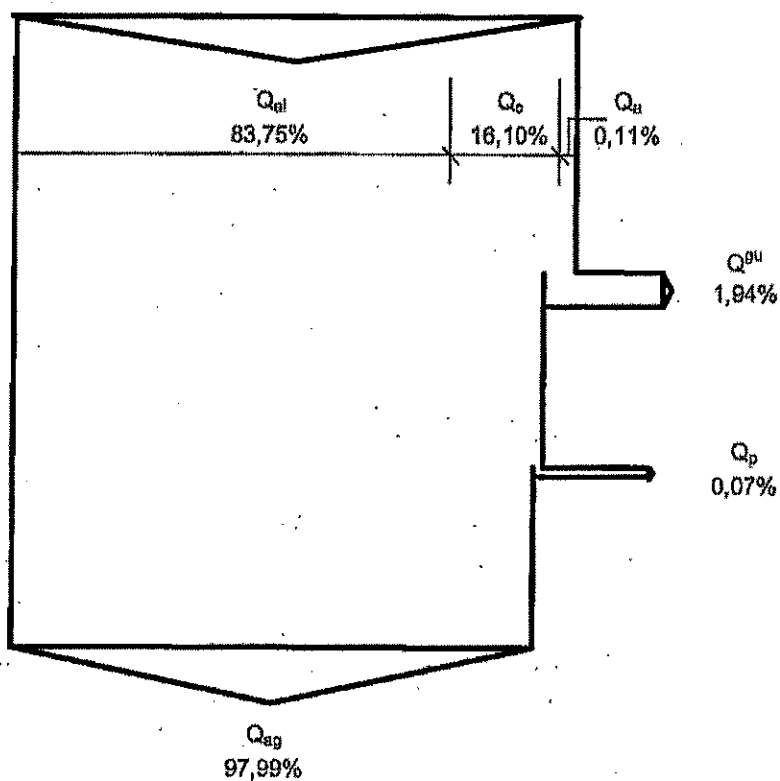
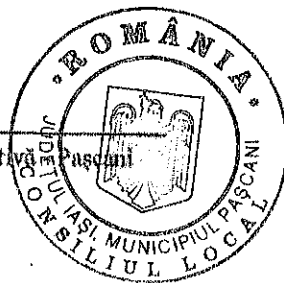


Fig. 4.88. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

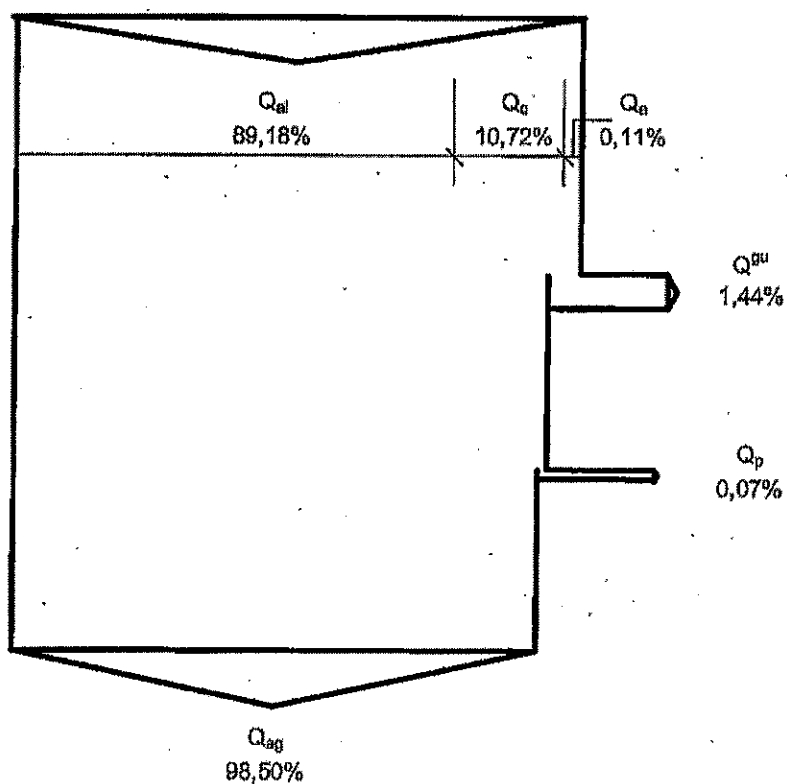


Fig. 4.89. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.9.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.95. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Încărcare cazan	98,0%	62,8%	40,2%
Coeficient de exces de aer α	1,17	1,23	1,38
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	20	20	20
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	157	161	168
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m^3/h]	218,2	140,8	91,5
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,45	4,80	3,12
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	9,73	6,28	4,08
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	82,0	82,0	82,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	70,0	73,0	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	89,5	85,5	83,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	293,1	305,6	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	374,7	358,0	347,5
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	24,2	24,2	24,2
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	2078,1	1341,0	871,4
Volum de aer de ardere real [m^3]	2431,4	1649,4	1202,6
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	2296,3	1481,8	962,9
Volum de gaze de ardere real [m^3]	2650	1790	1294
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	297,5	298,4	298,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.96. CT 10: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

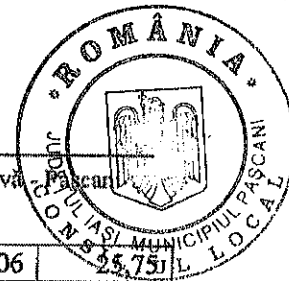
Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		98,0%	62,8%	40,2%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	7,45	4,80	3,12
	[%]	23,6%	16,1%	10,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,06	0,04	0,03
	[%]	0,19%	0,13%	0,10%



**TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS**

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Locativă



Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	24,03	25,06	25,75
	[%]	76,20%	83,80%	89,10%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	31,54	29,91	28,90
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		98,0%	62,8%	40,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,788	0,534	0,386
	[%]	2,50%	1,79%	1,34%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,07%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,81	0,55	0,41
	[%]	2,6%	1,9%	1,4%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	30,73	29,35	28,50
	[%]	97,4%	98,2%	98,6%
Randamentul brut al instalației η		97,4%	98,2%	98,6%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,9%	89,3%	88,0%

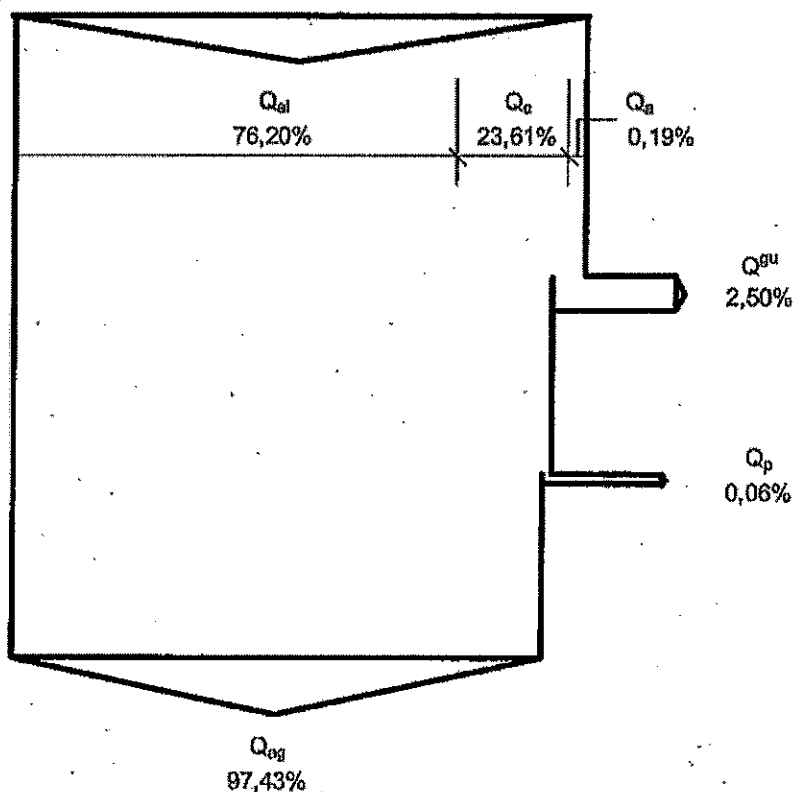


Fig. 4.90. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

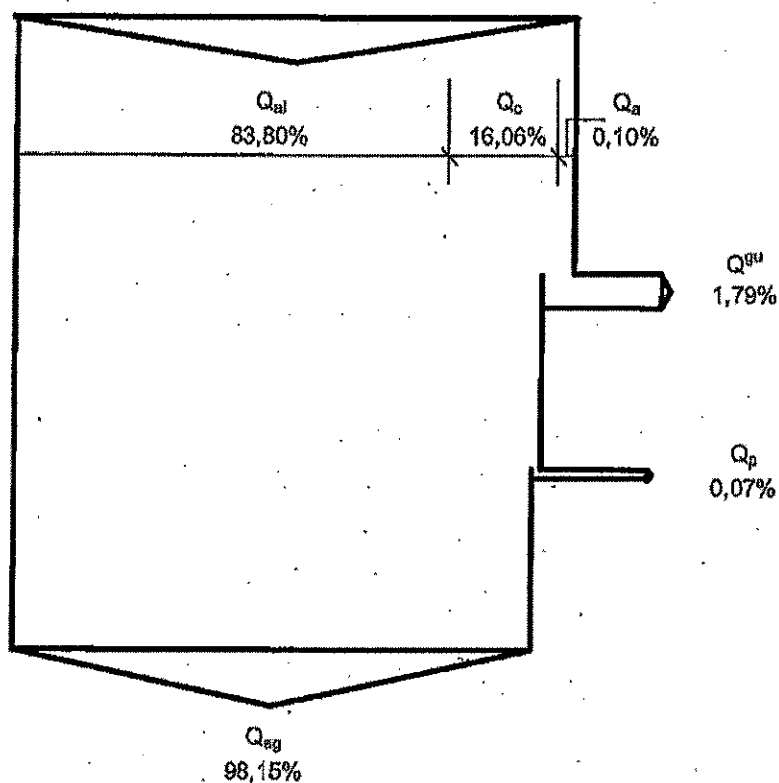


Fig. 4.91. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

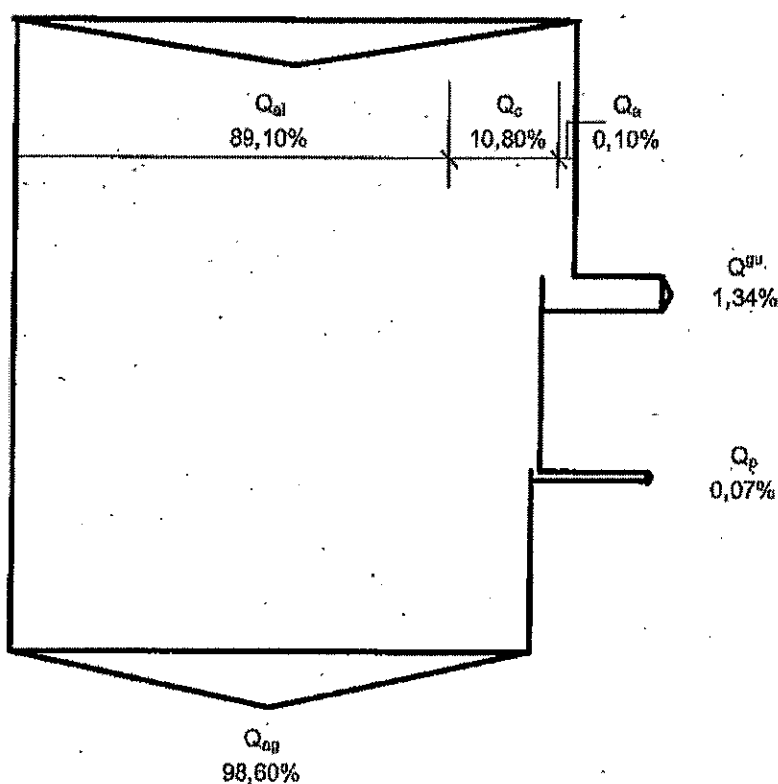


Fig. 4.92. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.9.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 10

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.100 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 10 la consumatorii finali.

Tab. 4.97. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 10

Conducte încălzire preizolate					
Dn	Lungime		Volum rețea		
	Tur	Retur	Tur	Retur	
	[m]	[m]	[mc]	[mc]	
20			0,000	0,000	
25			0,000	0,000	
32			0,000	0,000	
40	66	66	0,083	0,083	
50	314	314	0,616	0,616	
65	179	179	0,594	0,594	
80	316	316	1,588	1,588	
100	197	197	1,543	1,543	
125	96	96	1,178	1,178	
150	67	67	1,183	1,183	
157			0,000	0,000	
168			0,000	0,000	
200	186	186	5,840	5,840	
219			0,000	0,000	
250			0,000	0,000	
260			0,000	0,000	
TOTAL	1420,5	1420,5	12,62	12,62	

Conducte ACC/RACC preizolate					
Dn	Lungime		Volum rețea		
	ACC	RACC	Tur	Retur	
	[m]	[m]	[mc]	[mc]	
12,7			0,000	0,000	
19,0			0,000	0,000	
25,4			0,000	0,000	
31,8	135		0,107	0,000	
38,1	154		0,175	0,000	
50,8	231		0,468	0,000	
63,5	211		0,668	0,000	
76,2	156		0,711	0,000	
101,6	287		2,326	0,000	
			0,000	0,000	
			0,000	0,000	
			0,000	0,000	
			0,000	0,000	
TOTAL	1174,0	0,0	4,45	0,00	

Tab. 4.98. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 10

[illegible]

Conducere în Analiză prezentație autorizată - NETUR														Pierderi tehnologice prin transfer de căldură														Pierderi tehnologice prin apă de adăuc													
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură														Pierderi tehnologice prin apă de adăuc																											
d_{ext}	t_a	t_b	λ_p	λ_{sp}	λ_{ext}	h	σ_0	d_{ic}	d_{sp}	R_p	R_{sp}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum m ³ /secl	Pierderi energ.	Pierderi pe sezon																						
[mm]	[°C]	[°C]		[W/m ² ·°C]		[m]	[m]	[m]	[m]		[m ² ·°C/W]		[W/m]	[m]			[m ³]	[kcal]	[m ³]	[Gcal]																					
20	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0280	0,106	0,110	0,0010	8,268	0,168	0,666	6,04	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000																				
25	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,460	0,171	0,686	6,65	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000																				
32	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0360	0,110	0,124	0,0007	6,579	0,180	0,676	8,24	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000																				
40	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,150	0,664	9,85	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000																				
50	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0560	0,136	0,144	0,0005	5,112	0,165	0,649	8,85	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000																				
65	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,164	0,180	0,0006	4,822	0,148	0,630	9,12	179,0	0,1	2704,0	0,616	0,001	49,0																				
80	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,178	0,0006	4,362	0,148	0,630	9,12	179,0	0,1	1795,8	0,604	0,001	47,2																				
100	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1180	0,211	0,216	0,0004	3,761	0,195	0,613	10,37	318,0	0,1	3604,8	1,688	0,003	126,2																				
125	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,231	0,239	0,0004	3,268	0,227	0,478	10,39	198,5	0,1	2245,6	1,543	0,003	122,7																				
150	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1642	0,264	0,274	0,0003	2,806	0,341	0,438	13,48	87,0	0,1	894,1	1,183	0,002	94,1																				
168	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,282	0,281	0,0003	2,703	0,324	0,431	14,00	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000																				
187	48,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,282	0,0003	2,571	0,322	0,424	14,64	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,000																				

Conducte AGC preizolate subterane																			Pierderi tehnologice prin transfer de căldură										Pierderi tehnologice prin apă de încălzire									
d_{int}	t_a	t_b	λ_p	λ_{iz}	λ_{sp}	λ_{so}	h	d_s	d_{ic}	d_{an}	R_p	R_{iz}	R_{sp}	R_{so}	q	L	β	ΔQ	Volum m ³ /an	Pierderi energie	Pierderi pe sezon																	
[mm]	[°C]	[°C]					[W/m ² ·°C]	[m]	[m]	[m]		[m ² ·°C/W]	[m ² ·°C/W]	[m ² ·°C/W]	[W/m]	[m]		[W]	[m ³]	[kcal]	[MWh]	[Gcal]																
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	9,811	0,164	0,698	4,63	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000															
19	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0280	0,105	0,109	0,0010	6,484	0,159	0,697	5,19	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000															
25,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,468	0,150	0,587	5,83	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000															
31,75	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,667	0,161	0,576	6,46	0,0	0,1	958,7	0,102	0,000	0,0	0,000	0,000															
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0481	0,125	0,130	0,0008	6,017	0,162	0,567	7,10	164,0	0,1	1203,5	0,176	0,000	14,7	1,492	0,063															
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,122	0,138	0,650	8,25	231,0	0,1	2086,3	0,468	0,001	39,7	3,978	0,167															
63,5	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,152	0,158	0,0004	4,428	0,161	0,533	9,86	211,0	0,1	2172,6	0,688	0,001	66,3	5,677	0,238															
76,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,165	0,171	0,0004	3,905	0,139	0,518	10,49	168,0	0,1	1890,1	0,711	0,001	56,7	5,044	0,264															
101,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1168	0,212	0,216	0,0003	3,773	0,109	0,476	10,88	287,0	0,1	3467,0	2,325	0,006	195,4	19,768	0,830															

Planul tehnologic de calcul pe rețolele de distribuție - IARNA			
CD	ITD	UM	Termene
Conducute încălzire prozolaște subterane	- TUR	Gcal	55,13 2,688
Conducute încălzire prozolaște subterane	- RETUR	Gcal	47,92 2,292
Total încălzire prozolaște subterane		Gcal	103,05 4,98
Conducute ACC prozolaște subterane		Gcal	42,76 1,500
Conducute Racitoare ACC prozolaște subterane		Gcal	0,00 0,000
Total ACC+RACC prozolaște		Gcal	42,76 1,50
TOTAL TOATĂ ÎNCĂLZIREA		M2/384	145,81 6,488

REGIM DE VARA

Conductiv AGC preizolate subterane																			Pierdeni tehnologici prin transfer de căldură																			Pierdeni tehnologici prin apă de scald																		
d_{mat}	t_a	t_b	λ_p	λ_{tr}	λ_{ap}	λ_{ext}	h	d_c	d_{tr}	d_{ep}	R_p	R_{tr}	R_{ep}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volume toate	Pierdeni toate	Pierdeni convec	Pierdeni pe aerion																																		
[mm]	[°C]	[°C]					[W/m ² ·K]	[m]	[m]	[m]		[m ² ·°C/W]	[m ² ·°C/W]	[m ² ·°C/W]	[W/m ²]	[m]		[W]	[m ³]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]																																	
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,0827	0,397	0,0014	8,769	0,183	0,638	3,68	0	0,1	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000																																	
19	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,0880	0,593	0,0010	7,489	0,187	0,625	4,25	0	0,1	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000																																	
25,4	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,0954	0,100	0,0008	6,554	0,175	0,814	4,81	0	0,1	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000																																	
31,76	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	5,809	0,186	0,691	5,35	135	0,1	794,9	0,107	0,000	0,0	0,006	0,038																																	
38,1	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,1091	0,114	0,0006	5,210	0,174	0,590	5,91	154	0,1	1001,2	0,107	0,000	14,7	1,492	0,063																																	
50,8	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0530	0,1220	0,127	0,0006	4,386	0,166	0,671	6,81	231	0,1	1764,8	0,108	0,001	39,3	3,978	0,167																																	
63,5	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0615	0,1355	0,142	0,0004	3,770	0,168	0,682	7,88	211	0,1	1824,8	0,068	0,001	66,1	5,677	0,238																																	
76,2	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0682	0,1482	0,155	0,0004	3,304	0,153	0,695	8,44	186	0,1	1617,3	0,071	0,001	68,7	6,044	0,264																																	
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1116	0,1758	0,182	0,0003	2,873	0,130	0,508	10,68	287	0,1	3365,6	0,236	0,005	195,4	19,768	0,830																																	

Planul tehnologic de câștig pe rețeaua de distribuție - VARA			
CT 10	UM	Termine	Mecaniz
Conducătoare ACC preizolatoie subterană	Geol	37,50	1,80
Conducătoare Recluzătoare ACC preizolatoie subterană	Geol	0,00	0,00
Total ACC+HACC preizolatoie	Geol	37,50	1,80
TOTAL (din tabelul nr. 1)		37,50	1,80

Tab. 4.99. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 10

CT	10		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]		191,5	din care:		
			183,3	8,2	191,5
			Încălzire	103,0	5,0
			ACC	80,3	3,2
					108,0
					83,4

Tab. 4.100. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 10

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	Total pierderi
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice (mc)	Total	[Gcal]
Ianuarie	184,29	16,44	200,73	182,73	15,19	0,00	15,19	167,54	42,18	125,36	1,25	0,00	16,07	17,00	16,75	16,00
Februarie	206,33	16,83	223,16	202,88	15,30	0,00	15,30	187,58	50,33	137,25	1,53	0,00	17,84	23,00	18,76	20,29
Marție	155,92	17,35	173,27	164,51	20,14	0,00	20,14	144,37	39,54	104,84	-2,79	0,00	10,63	23,00	11,55	8,78
Aprilie	100,80	27,80	128,60	119,05	25,73	0,00	25,73	93,33	18,94	74,38	2,07	0,00	6,43	26,00	7,47	9,55
Mai	0,00	19,10	19,10	17,99	17,99	0,00	17,99	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	-0,72	18,00	0,00	1,11
Iunie	0,00	18,24	18,24	16,93	16,93	0,00	16,93	0,00	0,00	0,00	1,31	0,00	-0,36	9,00	0,00	1,31
Iulie	0,00	20,43	20,43	18,57	18,57	0,00	18,57	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	-0,20	6,00	0,00	1,88
August	0,00	18,14	18,14	17,11	17,11	0,00	17,11	0,00	0,00	0,00	2,03	0,00	-0,04	1,00	0,00	2,03
Septembrie	0,00	18,61	18,61	16,92	16,92	0,00	16,92	0,00	0,00	0,00	1,69	0,00	-0,04	1,00	0,00	1,69
Octombrie	88,17	16,84	104,81	99,10	15,13	0,00	15,13	83,97	24,89	59,08	1,51	0,00	2,92	32,00	4,20	5,71
Noiembrie	118,78	13,26	132,06	125,19	12,07	0,00	12,07	113,12	33,19	79,92	1,20	0,00	4,06	40,00	5,66	6,86
Decembrie	223,88	17,21	241,09	228,60	15,38	0,00	15,38	213,22	81,63	151,59	1,83	0,00	6,46	105,00	10,66	12,49
Total	1078,17	221,07	1299,24	1209,53	206,46	0,00	206,46	1003,12	270,51	732,62	14,61	0,00	63,05	300,00	75,05	89,66

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 10 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.101. Bilanțul real anual pe conturul CT 10 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	171279,0	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	1395,9	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	151,9	10,88
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	5,7	0,41
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	1284,3	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	74,8	5,82
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	62,8	4,89
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	12,0	0,93
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	1209,6	94,18
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	1003,1	78,10
Căldură livrată sub formă de aco	Gcal	206,5	16,07

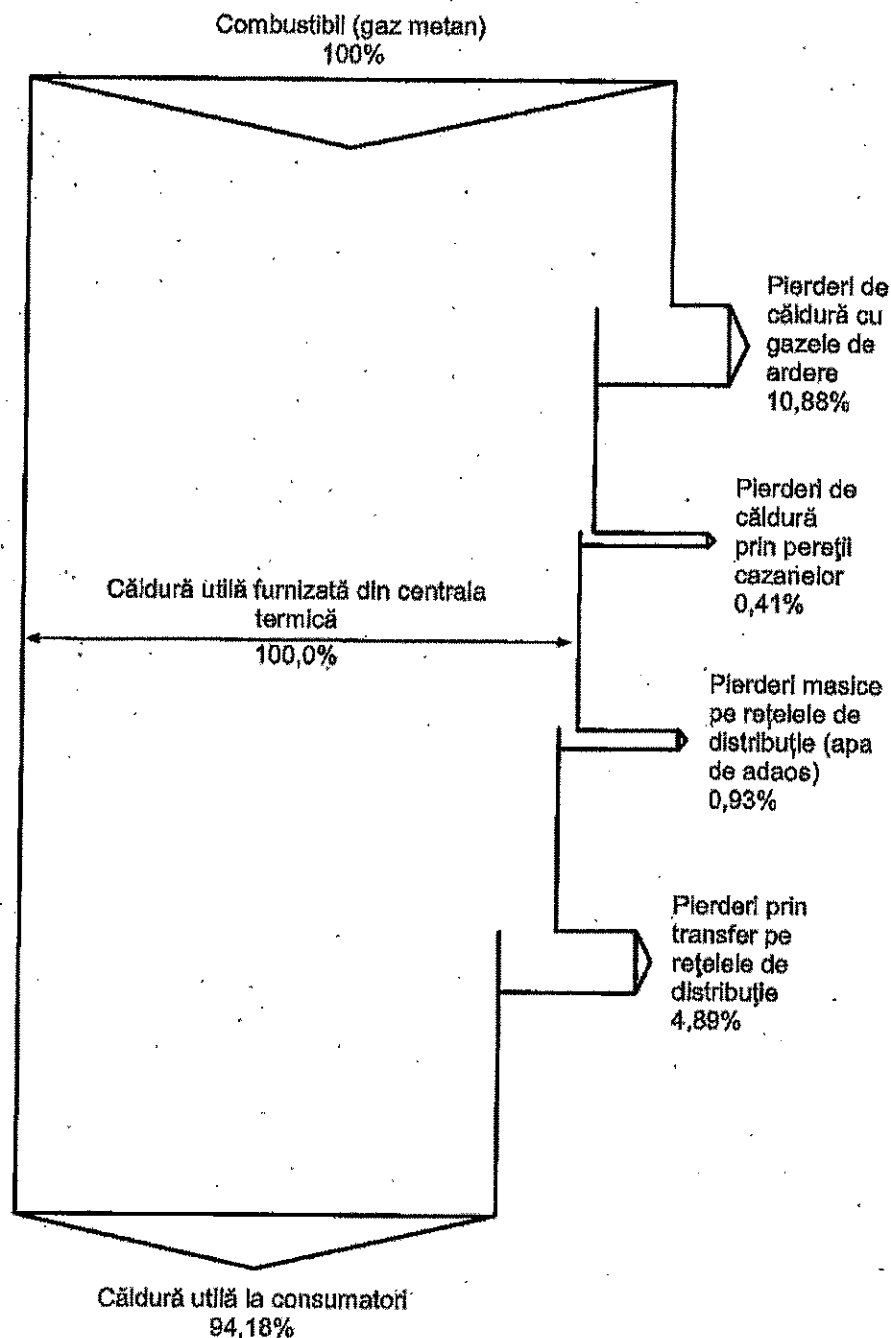


Fig. 4.93. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 10 + rețele de distribuție

4.10. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT 11

Centrala termică CT 11 este echipată cu două cazane mari VIESSMANN Vitomax de 2000 kW fiecare, dotate cu arzătoare WEISHAUP T G10 4100 kW pentru gaz metan și pompe WILLO BN 125/250 de 7.5 kW, respectiv două cazane mici VIESSMANN Vitoplex de 1000 kW fiecare, echipate cu arzătoare WEISHAUP T G9 4000 kW și pompe cazan WILLO IPN 100/160 - 7,5 kW.

4.10.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 11

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.10.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.102. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	94,0%	64,3%	39,6%
Coeficient de exces de aer α	1,25	1,30	1,43
Temperatura aerului de ardere [°C]	23,5	23,5	23,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	198	207	221
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	225,9	156,1	98,2
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,71	5,33	3,35
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	10,08	6,96	4,38
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	85,0	85,0	85,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,0	72,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	86,0	80,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	305,6	301,4
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	360,1	334,9
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,1	28,1	28,1
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2151,5	1486,7	935,3
Volum de aer de ardere real [m ³]	2689,3	1932,7	1337,4
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2377,4	1642,8	1033,5
Volum de gaze de ardere real [m ³]	2915	2089	1436
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	343,8	351,5	362,7

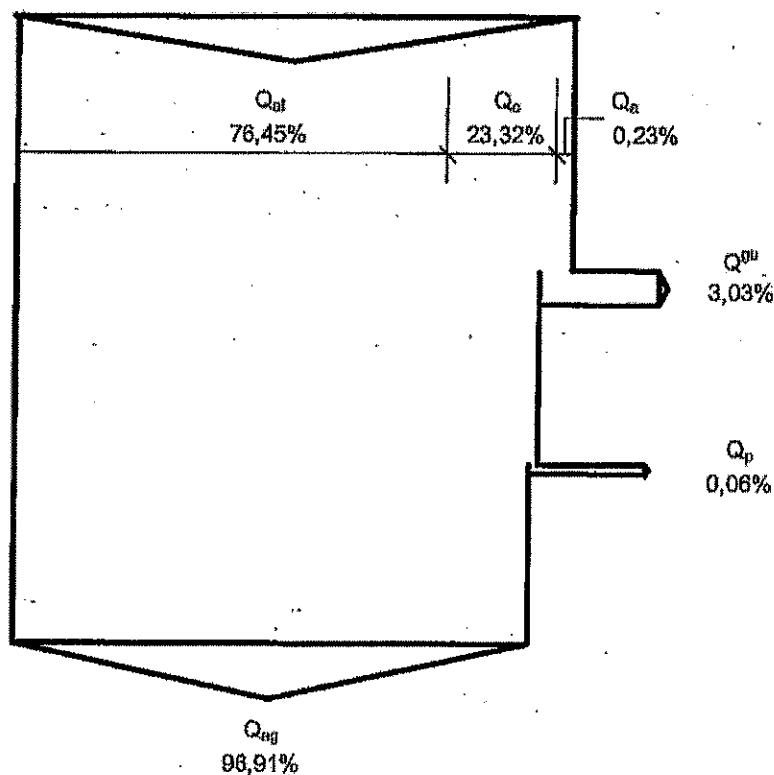
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.103. CT 11: Bilanțul termooenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termooenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		94,0%	64,3%	39,6%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	7,71	5,33	3,35
	[%]	23,3%	17,0%	11,5%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,08	0,05	0,04
	[%]	0,23%	0,17%	0,13%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	25,27	25,98	25,62
	[%]	76,45%	82,84%	88,32%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	33,05	31,36	29,01
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		94,0%	64,3%	39,6%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	1,002	0,734	0,521
	[%]	3,03%	2,34%	1,79%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,06%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	1,02	0,75	0,54
	[%]	3,1%	2,4%	1,9%
Căldură conștinută de agentul termic Q_{ng}	[GJ]	32,03	30,61	28,47
	[%]	96,9%	97,6%	98,1%
Randamentul brut al instalației η		96,9%	97,6%	98,1%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_u		87,7%	86,9%	85,0%


Fig. 4.94. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă



**TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS**

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Locală

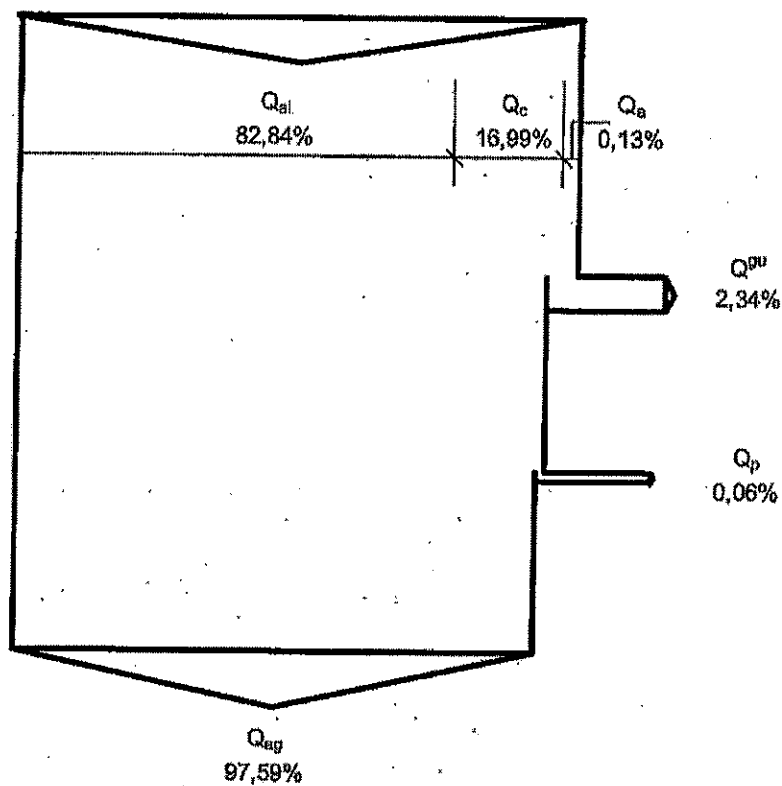
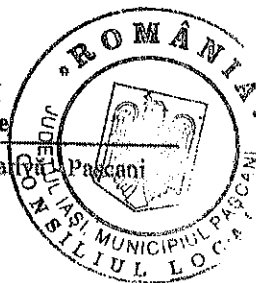


Fig. 4.95. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

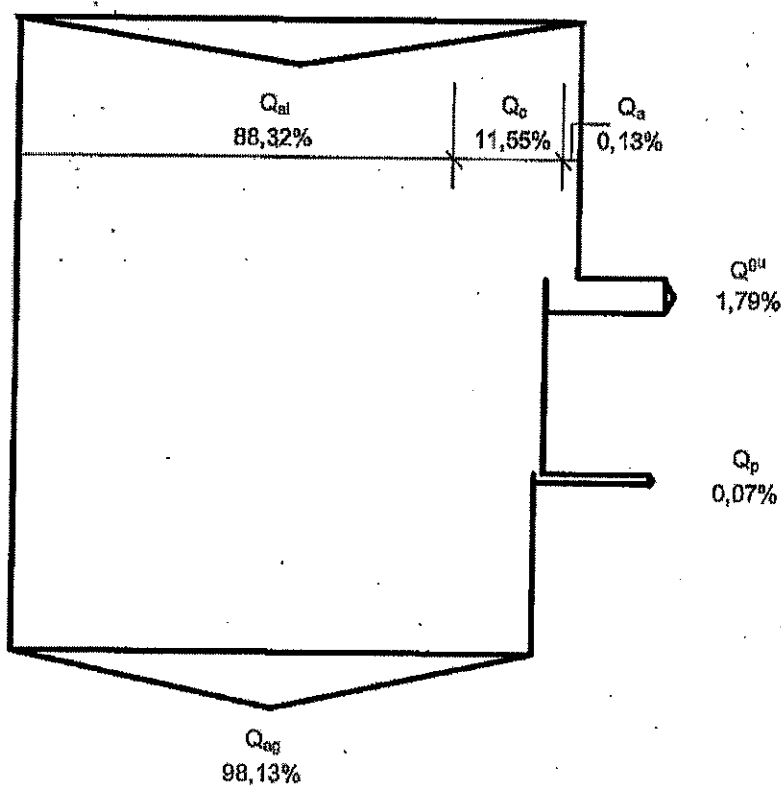


Fig. 4.96. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.10.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.104. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	91,6%	61,9%	42,1%
Coefficient de exces de aer α	1,17	1,25	1,36
Temperatura aerului de ardere [°C]	23,5	23,5	23,5
Temperatura gazelor de ardere [°C]	161	149	160
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	214,7	145,0	100,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	7,33	4,95	3,41
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_p consumat orar	9,58	6,47	4,46
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	85,0	85,0	85,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,5	73,0	74,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	85,5	83,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	299,4	305,6	311,9
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	358,0	347,5
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,1	28,1	28,1
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	2044,8	1381,0	952,4
Volum de aer de ardere real [m ³]	2392,4	1726,2	1295,3
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	2259,5	1526,0	1052,4
Volum de gaze de ardere real [m ³]	2607	1871	1395
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	302,6	281,9	289,3

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.105. CT 11: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

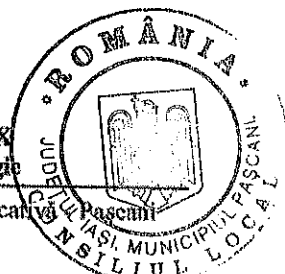
Componențele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		91,6%	61,9%	42,1%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	7,33	4,95	3,41
	[%]	22,3%	16,0%	11,4%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,07	0,05	0,04
	[%]	0,20%	0,16%	0,12%



**TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS**

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Localități



Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	25,45	25,98	26,51
	[%]	77,49%	83,87%	88,49%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	32,84	30,98	29,96
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		91,6%	61,9%	42,1%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,789	0,527	0,404
	[%]	2,40%	1,70%	1,35%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,06%	0,06%	0,07%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,81	0,55	0,42
	[%]	2,5%	1,8%	1,4%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	32,03	30,43	29,54
	[%]	97,5%	98,2%	98,6%
Randamentul brut al instalației η		97,5%	98,2%	98,6%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,9%	89,9%	88,7%

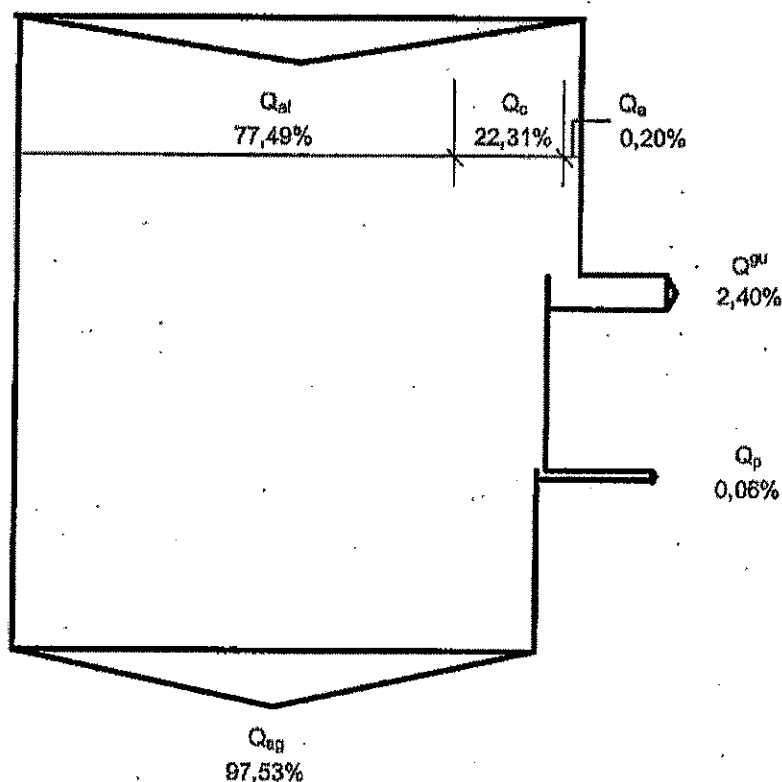


Fig. 4.97. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă



**TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS**

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Localități

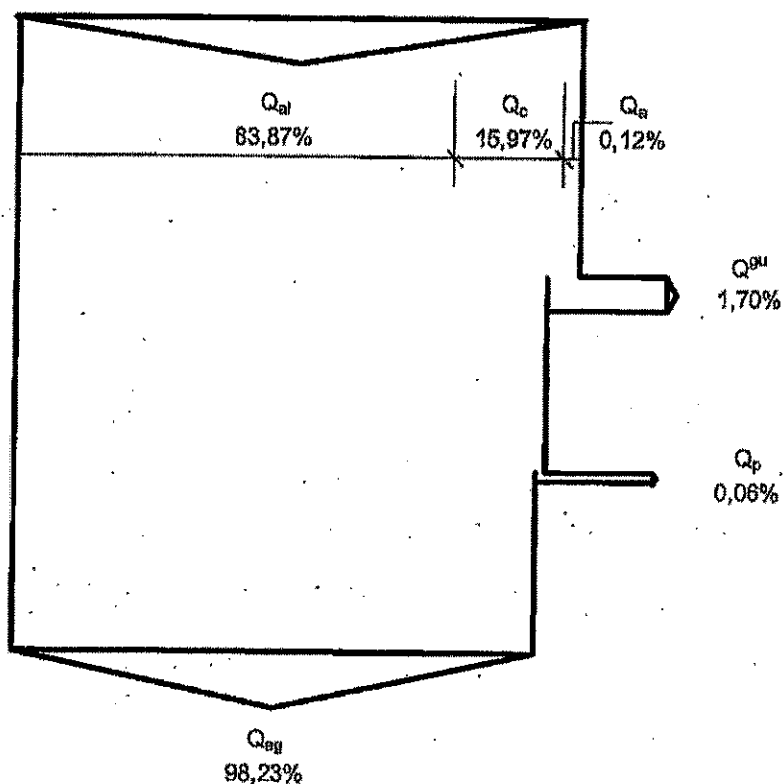


Fig. 4.98. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

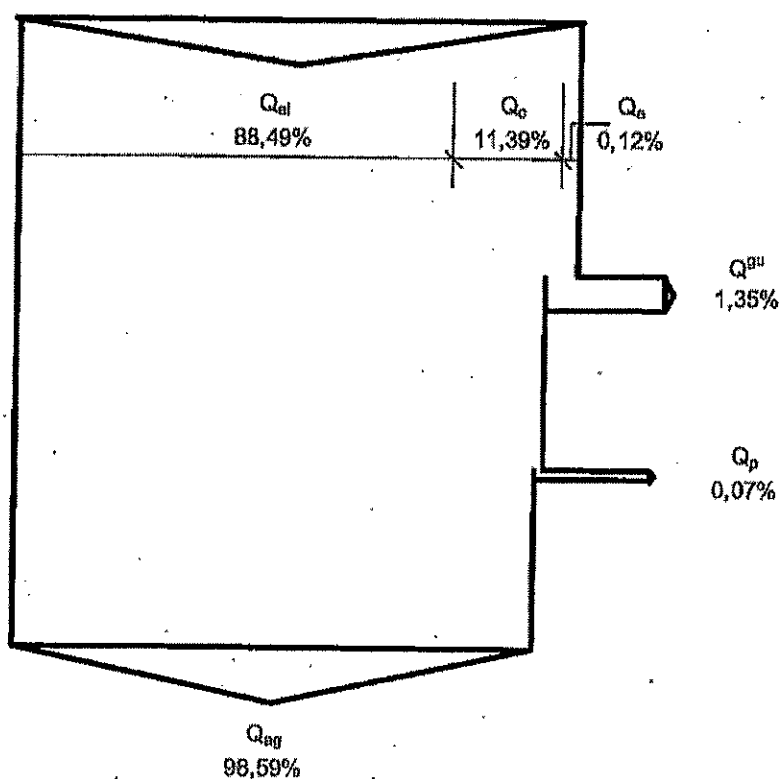


Fig. 4.99. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.10.1.3 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C3

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C3.

Tab. 4.106. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C3

Încărcare cazan	92,7%	57,6%	40,1%
Coeeficient de exces de aer α	1,12	1,18	1,29
Temperatura aerului de ardere [°C]	24	24	24
Temperatura gazelor de ardere [°C]	140	150	164
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	107,5	67,6	47,9
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	3,67	2,31	1,63
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	4,79	3,02	2,13
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	43,0	43,0	43,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,5	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,5	85,0	83,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	307,7	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	374,7	355,9	347,5
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,6	28,6	28,6
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	1023,8	643,8	455,7
Volum de aer de ardere real [m ³]	1146,7	759,7	587,9
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	1131,3	711,4	503,6
Volum de gaze de ardere real [m ³]	1254	827	636
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	279,8	287,9	298,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.107. CT 11: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C3

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		92,7%	57,6%	40,1%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	3,67	2,31	1,63
	[%]	22,3%	14,8%	10,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,03	0,02	0,02
	[%]	0,20%	0,14%	0,11%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	12,78	13,23	13,50
	[%]	77,55%	85,04%	89,11%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	16,48	15,56	15,15
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		92,7%	57,6%	40,1%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,351	0,238	0,190
	[%]	2,13%	1,53%	1,25%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,12%	0,13%	0,13%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,37	0,26	0,21
	[%]	2,3%	1,7%	1,4%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	16,11	15,30	14,94
	[%]	97,8%	98,3%	98,6%
Randamentul brut al instalației η		97,8%	98,3%	98,6%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		90,8%	89,8%	88,2%

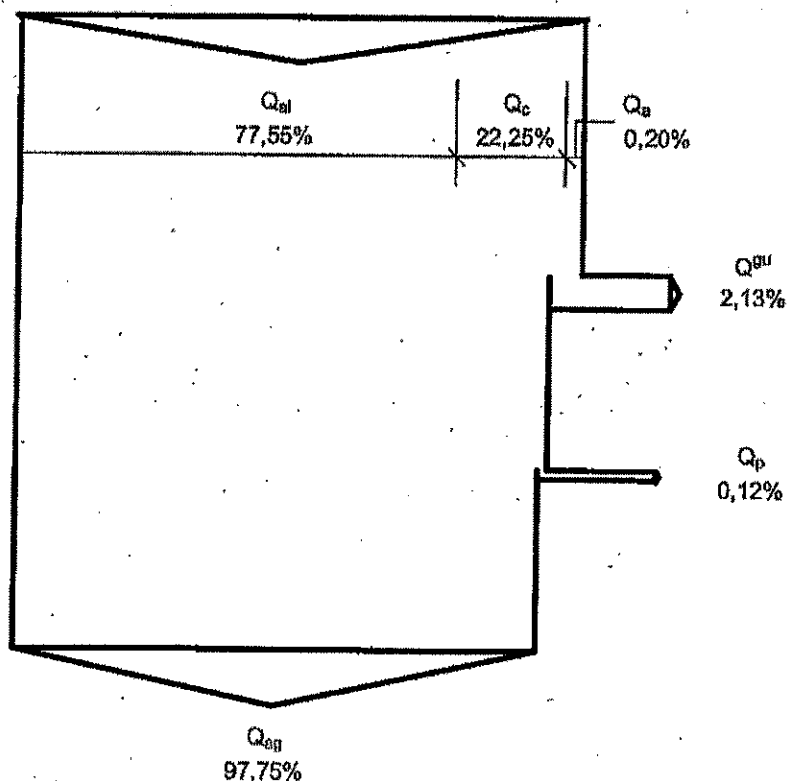


Fig. 4.100. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare maximă

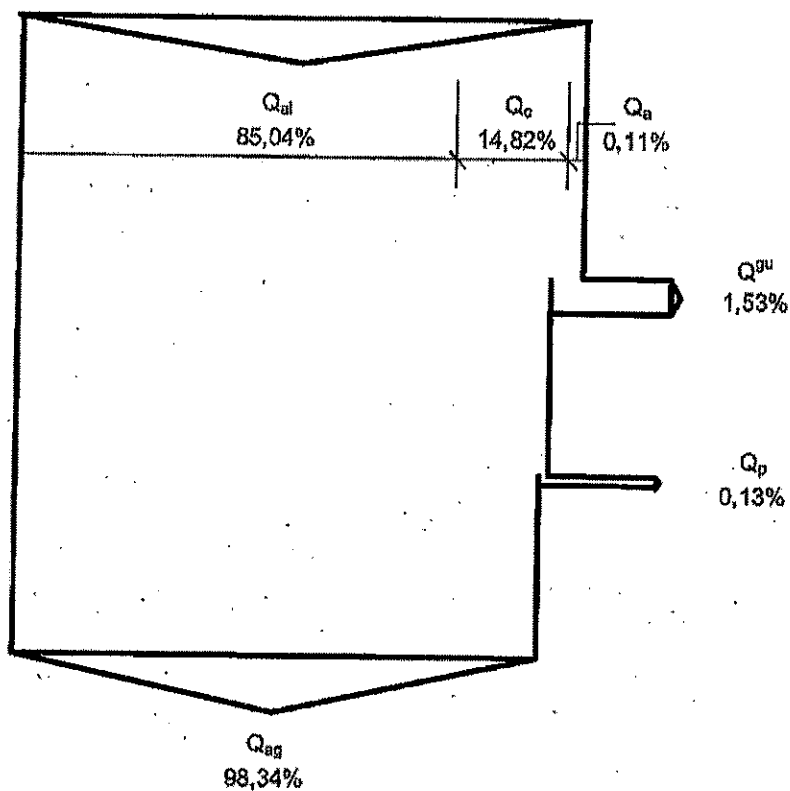


Fig. 4.101. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare medie

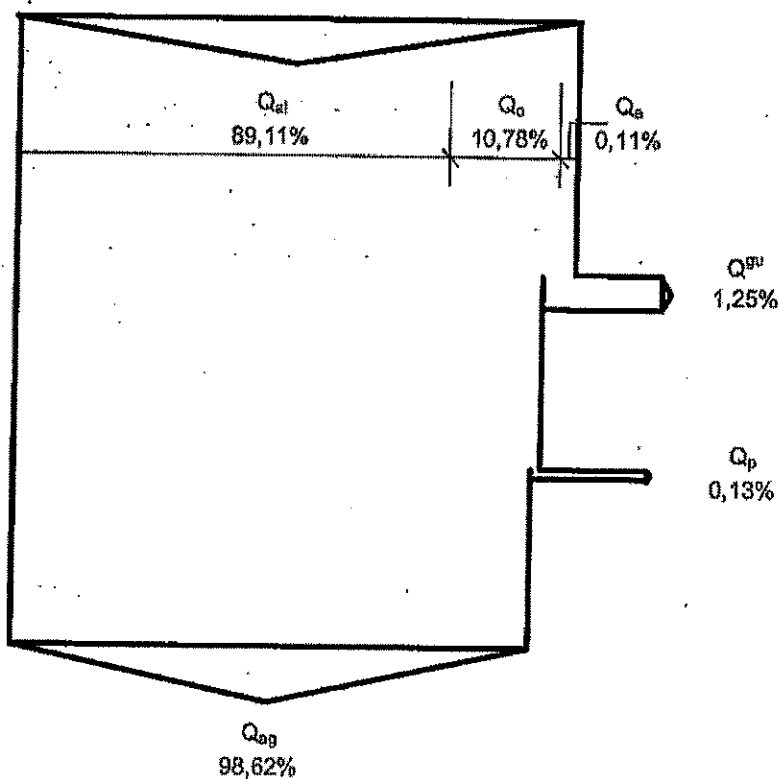


Fig. 4.102. Diagrama Sankey pentru cazanul C3, la încărcare minimă

4.10.1.4 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C4

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C4.

Tab. 4.108. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C4

<i>Încărcare cazan</i>	95,2%	60,1%	35,1%
Coeficient de exces de aer α	1,18	1,27	1,39
Temperatura aerului de ardere [°C]	24	24	24
Temperatura gazelor de ardere [°C]	170	183	196
Puterea calorică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	112,4	72,2	43,0
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	3,84	2,46	1,47
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	5,01	3,22	1,92
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	43,0	43,0	43,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,0	73,0	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	90,0	85,0	82,0
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	297,3	305,6	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	376,8	355,9	343,3
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,6	28,6	28,6
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	1070,5	687,2	409,5
Volum de aer de ardere real [m ³]	1263,2	872,7	569,2
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	1182,9	759,3	452,5
Volum de gaze de ardere real [m ³]	1376	945	612
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	313,2	323,7	333,3

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.109. CT 11: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C4

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		95,2%	60,1%	35,1%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	3,84	2,46	1,47
	[%]	23,0%	15,8%	9,8%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,04	0,02	0,02
	[%]	0,22%	0,16%	0,11%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	12,78	13,14	13,50
	[%]	76,75%	84,09%	90,10%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	16,65	15,63	14,99
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		95,2%	60,1%	35,1%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{ga}	[GJ]	0,431	0,306	0,204
	[%]	2,59%	1,96%	1,36%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,12%	0,13%	0,13%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,45	0,33	0,22
	[%]	2,7%	2,1%	1,5%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	16,20	15,30	14,76
	[%]	97,3%	97,9%	98,5%
Randamentul brut al instalației η		97,3%	97,9%	98,5%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		89,2%	87,8%	85,9%

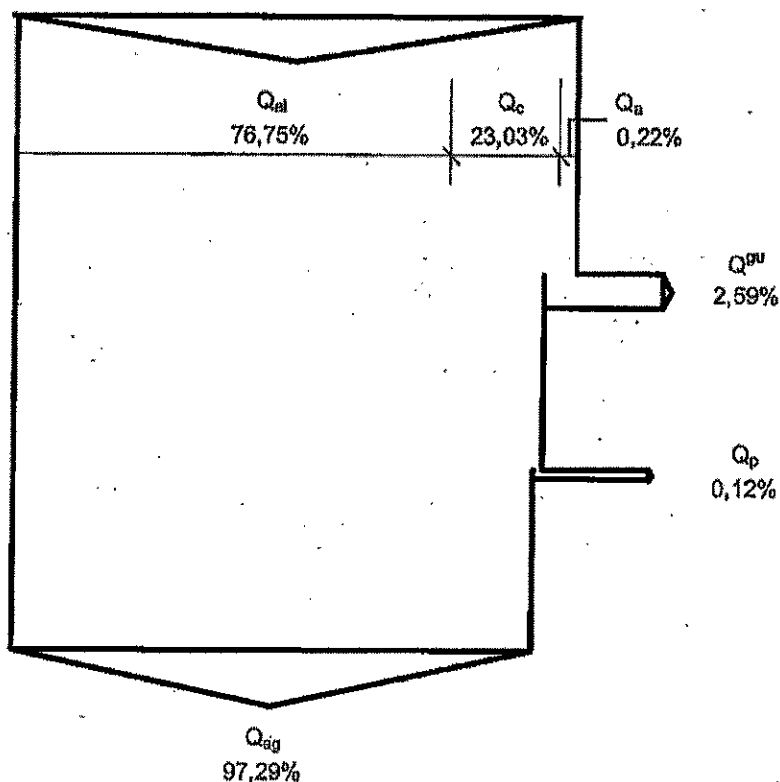


Fig. 4.103. Diagrama Sankey pentru cazanul C4, la încărcare maximă

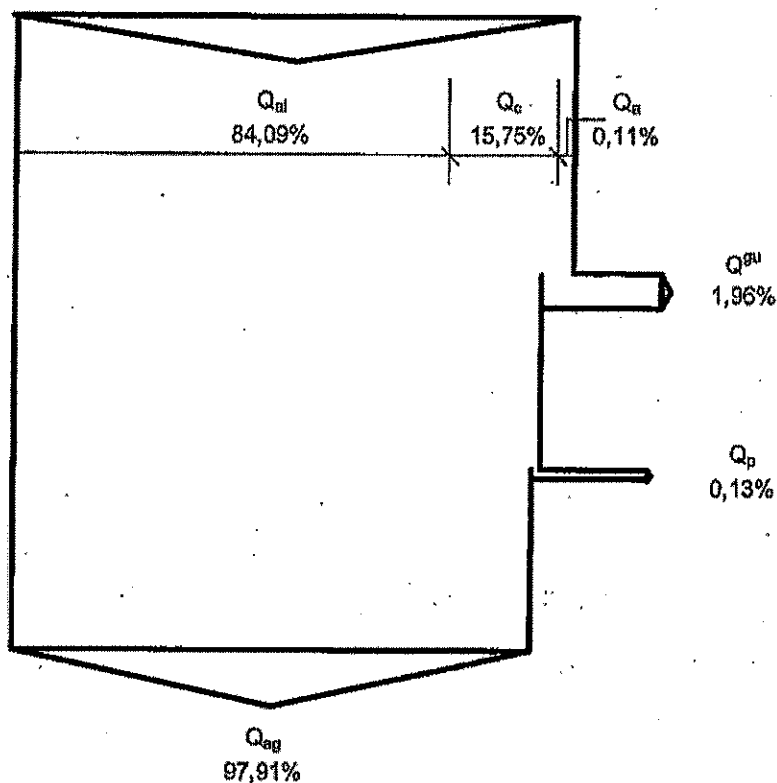


Fig. 4.104. Diagrama Sankey pentru cazanul C4, la încărcare medie

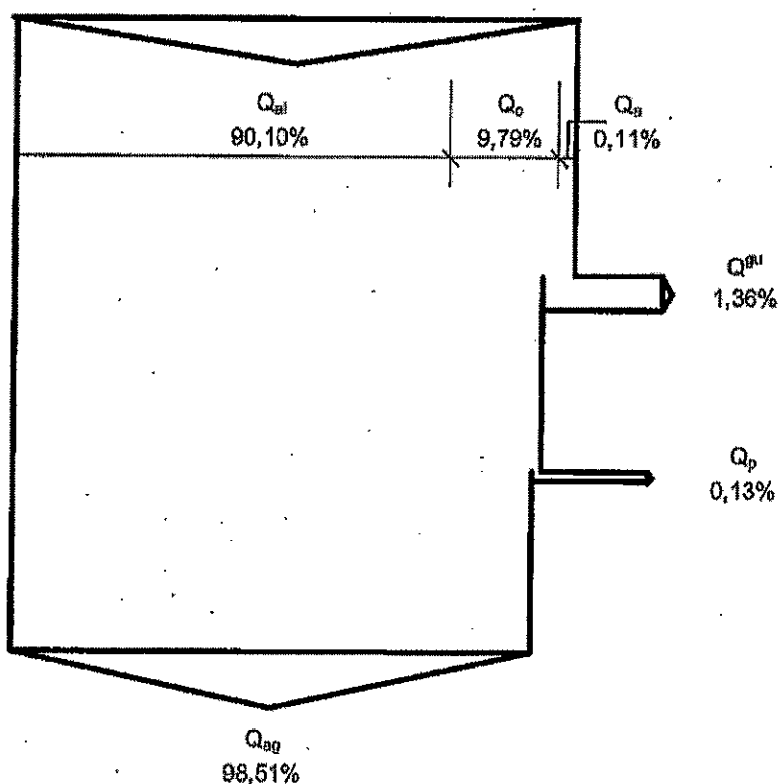


Fig. 4.105. Diagrama Sankey pentru cazanul C4, la încărcare minimă

4.10.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 11

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă - 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.113 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 11 la consumatorii finali.

Tab. 4.110. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 11

Conducte încălzire preizolate					
C.T. 11	Dn [mm]	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
		[m]	[m]	[mc]	[mc]
	20			0,000	0,000
	25			0,000	0,000
	32			0,000	0,000
	40			0,000	0,000
	50			0,000	0,000
	65	217	217	0,718	0,718
	80	265	265	1,329	1,329
	100	315	315	2,469	2,469
	125	75	75	0,920	0,920
	150	166	166	2,932	2,932
	157			0,000	0,000
	168	65	65	1,429	1,429
	200	32	32	1,005	1,005
	219	67	67	2,504	2,504
	250	318	318	15,602	15,602
	260			0,000	0,000
	TOTAL	1517,5	1517,5	28,91	28,91

Conducte ACC/RACC preizolate					
C.T. 11	Dn [mm]	Lungime		Volum rețea	
		ACC	RACC	Tur	Retur
		[m]	[m]	[mc]	[mc]
	12,7	482		0,061	0,000
	19,0			0,000	0,000
	25,4			0,000	0,000
	31,8			0,000	0,000
	38,1	877		0,999	0,000
	50,8	217		0,440	0,000
	63,5	286		0,905	0,000
	76,2	288		1,313	0,000
	101,6	528		4,278	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
				0,000	0,000
	TOTAL	2678,0	0,0	8,00	0,00

Tab. 4.111. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 11

REGIM DE IARNĂ																			
Conducute încălzire preizolate subterane - TUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{int}	t_a	t_g	λ_p	λ_{sc}	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_{sc}	d_{sp}	R_p	R_{sc}	R_{sp}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de aducere
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	Volum rețea
																			Pierderi - canale
																			Pierderi pe sezon
20	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,106	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,696	5,80	0,0	0,1	0,0	0,000
25	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,171	0,688	5,38	0,0	0,1	0,0	0,000
32	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0380	0,118	0,124	0,0007	6,678	0,180	0,676	4,77	0,0	0,1	0,0	0,000
40	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,186	0,664	3,90	0,0	0,1	0,0	0,000
60	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,648	2,91	0,0	0,1	0,0	0,000
80	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0004	4,322	0,148	0,630	1,98	0,0	0,1	0,0	0,000
100	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,751	0,135	0,613	1,43	0,0	0,1	0,0	0,000
125	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	1,16	0,0	0,1	0,0	0,000
150	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,128	0,465	0,76	0,0	0,1	0,0	0,000
167	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1842	0,284	0,274	0,0003	2,905	0,141	0,435	0,52	0,0	0,1	0,0	0,000
168	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	0,51	0,0	0,1	0,0	0,000
169	56,81	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,282	0,0003	2,571	0,122	0,424	0,45	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL																210,10			210,10

REGIM DE IARNĂ																			
Conducute încălzire preizolate subterane - RETUR																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{int}	t_a	t_g	λ_p	λ_{sc}	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_{sc}	d_{sp}	R_p	R_{sc}	R_{sp}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de aducere
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	Volum rețea
																			Pierderi - canale
																			Pierderi pe sezon
20	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0260	0,106	0,110	0,0010	8,288	0,168	0,696	5,80	0,0	0,1	0,0	0,000
25	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,171	0,688	5,38	0,0	0,1	0,0	0,000
32	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0380	0,118	0,124	0,0007	6,678	0,180	0,676	4,77	0,0	0,1	0,0	0,000
40	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0472	0,127	0,132	0,0006	5,847	0,186	0,664	3,90	0,0	0,1	0,0	0,000
60	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,144	0,0005	5,112	0,185	0,648	2,91	0,0	0,1	0,0	0,000
80	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0740	0,154	0,160	0,0004	4,322	0,148	0,630	1,98	0,0	0,1	0,0	0,000
100	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0900	0,170	0,176	0,0004	3,751	0,135	0,613	1,43	0,0	0,1	0,0	0,000
125	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1110	0,211	0,218	0,0004	3,788	0,127	0,476	1,16	0,0	0,1	0,0	0,000
150	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1370	0,237	0,245	0,0003	3,232	0,128	0,465	0,76	0,0	0,1	0,0	0,000
167	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1842	0,284	0,274	0,0003	2,905	0,141	0,435	0,52	0,0	0,1	0,0	0,000
168	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1720	0,272	0,281	0,0003	2,703	0,124	0,431	0,51	0,0	0,1	0,0	0,000
169	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1830	0,283	0,282	0,0003	2,571	0,122	0,424	0,45	0,0	0,1	0,0	0,000
TOTAL																210,10			210,10

REGIM DE IARNĂ																			
Conducute ACC preizolate subterane																			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			
d_{int}	t_a	t_g	λ_p	λ_{sc}	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_{sc}	d_{sp}	R_p	R_{sc}	R_{sp}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Pierderi tehnologice prin apă de aducere
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	Volum rețea
																			Pierderi - canale
																			Pierderi pe sezon
12,7	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0187	0,099	0,103	0,0014	9,611	0,164	0,608	4,63	492,0	0,1	2899,3	0,061
19	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,105	0,109	0,0010	8,484	0,158	0,597	4,18	0,0	0,1	0,0	0,000
25,4	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0314	0,111	0,116	0,0008	7,488	0,150	0,587	3,83	0,0	0,1	0,0	0,000
31,76	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,118	0,123	0,0007	6,667	0,161	0,576	3,46	0,0	0,1	0,0	0,000
38,1	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0451	0,125	0,130	0,0006	5,917	0,162	0,567	3,10	877,0	0,1	8853,4	0,999
50,8	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0580	0,138	0,143	0,0005	5,112	0,138	0,560	2,26	217,0	0,1	1960,3	0,440
63,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0715	0,152	0,158	0,0004	4,428	0,151	0,533	1,38	286,0	0,1	2944,8	0,606
76,2	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0852	0,165	0,171	0,0004	3,905	0,139	0,518	10,49	286,0	0,1	3323,2	1,313
101,6	52	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1116	0,212	0,218	0,0003	3,773	0,109	0,476	10,98	528,0	0,1	8378,4	4,278
TOTAL																227,0			227,0

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNĂ		UM	Termica	Masele
Conducute încălzire preizolate subterane - TUR		Gcal	55,82	3,882
Conducute încălzire preizolate subterane - RETUR		Gcal	49,61	3,511
Total încălzire preizolate subterane		Gcal	104,30	7,19
Conducute ACC preizolate subterane		Gcal	57,24	2,855
Conducute Recluzare ACC preizolate subterane		Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate		Gcal	57,24	2,855
TOTAL		Gcal	161,54	10,05

REGIM DE VARĂ																							
Conducute ACC preizolate subterane																							
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																Pierderi tehnologice prin apă de aducere							
d_{int}	t_a	t_g	λ_p	λ_{sc}	λ_{sp}	λ_{ext}	h	d_e	d_{sc}	d_{sp}	R_p	R_{sc}	R_{sp}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi - canale	Pierderi pe sezon		
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[m³]	[Gcal]		
12,7	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0197	0,0827	0,097	0,0014	8,768	0,193	0,038	3,88	492	0,1	1951,8	0,081	0,000	5,61	0,619	0,022
19	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0250	0,0980	0,093	0,0010	7,489	0,157	0,025	4,25	6	0,1	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000
25,4	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,0314	0,0954	0,100	0,0008	6,654	0,176	0,014	4,81	0	0,1	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000
\$11,76	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0382	0,1022	0,107	0,0007	5,809	0,188	0,001	5,35	0	0,1	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000
38,1	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,0451	0,1081	0,114	0,0008	5,210	0,174	0,000	5,91	877	0,1	6701,4	0,899	0,002	83,9	78,495	0,357
50,8	52	19,7	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,0580	0,1220	0,127	0,0005	4,885	0,168	0,571	8,91	217	0,1	1848,5	10,440	0,001	88,8	3,737	0,157
63,6	52	10,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0716	0,1355	0,142	0,0004	3,770	0,168	0,652	7,98	290	0,1	2473,8	9,905	0,002	76,0	7,995	0,823
76,2	52	10,7	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0857	0,1492	0,166	0,0004	3,304	0,163	0,595	8,84	288	0,1	2801,1	1,913	0,003	110,3	11,768	1,469
101,6	52	16,7	43,2	0,03	0,041	0,0	0,8	0,1116	0,1766	0,182	0,0003	2,673	0,130	0,508	10,86	528	0,1	6192,2	4,278	0,009	359,4	36,367	1,627
																2578,0			207,6	0,001	57,87	58,80	12,63

Tab. 4.112. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 11

CT	11		Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]	280,4	din care:	267,5	12,9	280,4
		Încălzire	104,3	7,2	111,5
		ACC	163,1	5,7	168,9

Tab. 4.113. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 11

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată din CT	Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi					
	Încălzire	ACM			Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	Total pierderi
	[Gcal]	[Gcal]			[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	Termice [Gcal]	Masice [Gcal]	Termice [Gcal]	Masice (mc)	Total	[Gcal]
Ianuarie	201,10	8,55	209,95	191,23	8,41	0,00	8,41	182,82	112,53	70,29	0,44	0,00	17,40	22,00	18,28	18,72
Februarie	237,93	10,53	248,46	225,42	9,12	0,00	9,12	216,30	130,95	85,35	1,41	0,00	20,43	30,00	21,63	23,04
Martie	178,30	8,95	187,25	158,83	-3,76	0,00	-3,76	162,09	103,41	58,68	12,71	0,00	13,81	60,00	16,21	28,92
Aprilie	94,47	11,76	106,23	96,58	10,69	0,00	10,69	85,89	52,86	33,02	1,07	0,00	8,35	6,00	8,59	9,88
Mai	0,00	9,49	9,49	8,25	8,25	0,00	8,25	0,00	0,00	0,00	1,24	0,00	-0,16	4,00	0,00	1,24
Iunie	0,00	8,24	8,24	7,70	7,70	0,00	7,70	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	-0,82	13,00	0,00	0,54
Iulie	0,00	6,83	6,83	6,21	-6,21	0,00	6,21	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	-0,36	6,00	0,00	0,62
August	0,00	6,33	6,33	5,81	5,81	0,00	5,81	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	-0,04	1,00	0,00	0,52
Septembrie	0,00	6,16	6,16	5,60	5,60	0,00	5,60	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	-0,12	3,00	0,00	0,56
Octombrie	89,87	7,58	97,45	88,59	6,89	0,00	6,89	81,70	60,01	21,69	0,68	0,00	7,45	18,00	8,17	8,86
Noiembrie	108,28	7,02	115,30	104,82	6,38	0,00	6,38	98,43	70,04	28,39	0,64	0,00	9,00	21,00	9,04	10,46
Decembrie	235,41	8,21	243,62	221,47	7,47	0,00	7,47	214,01	144,13	69,88	0,75	0,00	20,44	24,00	21,40	22,15
Total	1145,36	99,95	1245,31	1120,00	78,76	0,00	78,76	1041,24	673,93	367,30	21,19	0,00	95,68	211,00	104,12	125,31

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 11 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.114. Bilanțul real anual pe conturul CT 11 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	193050,5	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	1573,4	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	219,6	13,95
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	6,0	0,38
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	1245,3	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	125,3	10,06
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	116,9	9,38
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	8,4	0,68
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	1120,0	89,94
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	1041,2	83,61
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	78,8	6,32

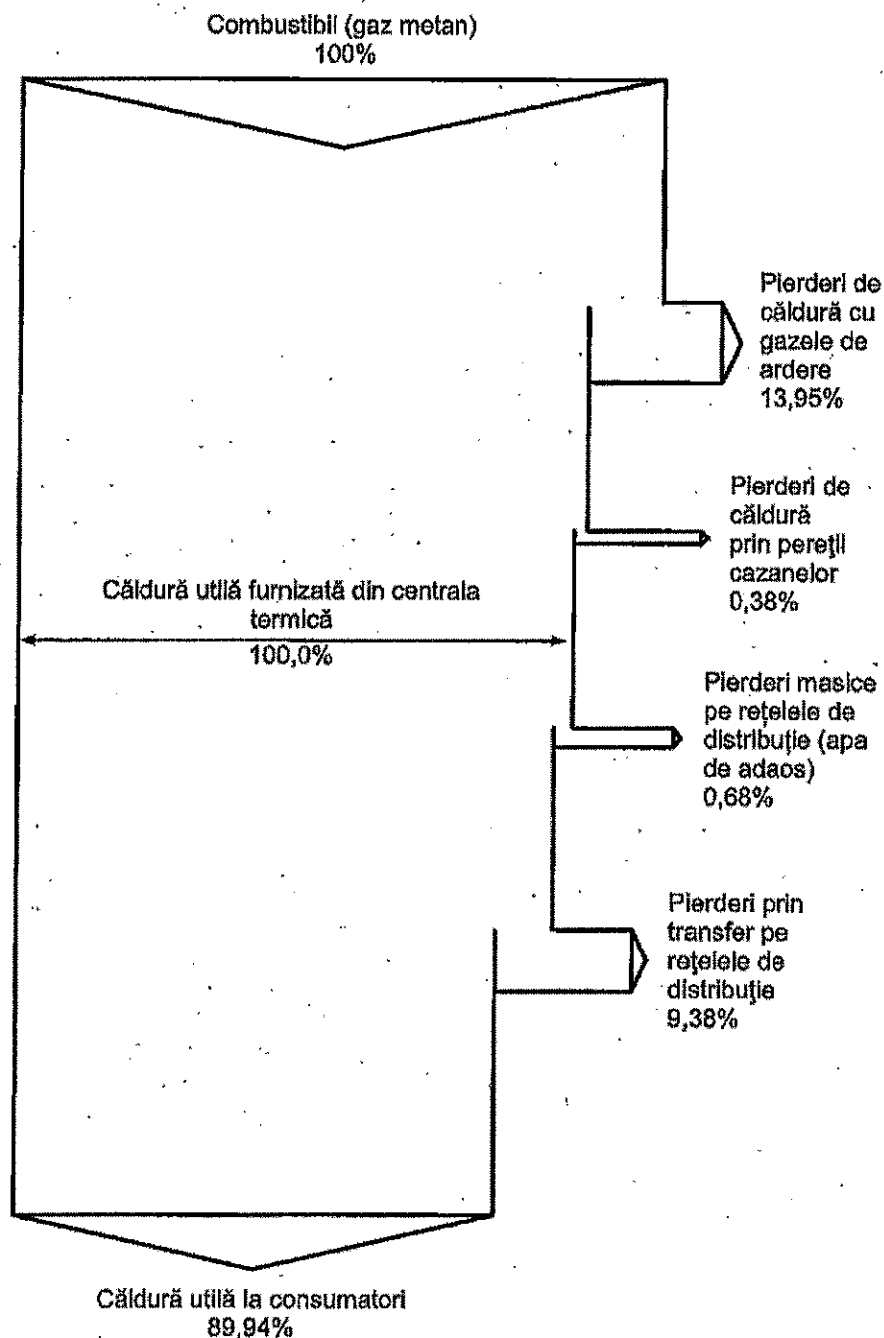


Fig. 4.106. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 11 + rețele de distribuție

4.11. Bilanțul termooenergetic real pe conturul centralei termice CT 12

Centrala termică CT 12 este echipată cu două cazane identice PAROMAT SIMPLEX de 405 kW fiecare, dotate cu arzătoare WEISHAUP WT 40N/1-A pentru gaz metan și pompe circulația GRUNDFOS UFS25-80H.

4.11.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanelor de apă caldă din CT 12

Cazanele funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

4.11.1.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C1

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C1.

Tab. 4.115. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C1

<i>Încărcare cazan</i>	85,6%	53,8%	34,2%
Coeficient de exces de aer α	1,12	1,18	1,29
Temperatura aerului de ardere [°C]	24	24	24
Temperatura gazelor de ardere [°C]	135	141	152
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	40,5	25,9	16,9
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	1,38	0,88	0,58
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	1,81	1,15	0,75
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	17,0	17,0	17,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,5	74,0	75,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,0	85,0	82,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	299,4	309,8	316,1
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	372,6	355,9	345,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,6	28,6	28,6
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	385,9	246,2	160,7
Volum de aer de ardere real [m ³]	432,2	290,5	207,3
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	426,4	272,0	177,5
Volum de gaze de ardere real [m ³]	473	316	224
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	273,5	276,5	283,2

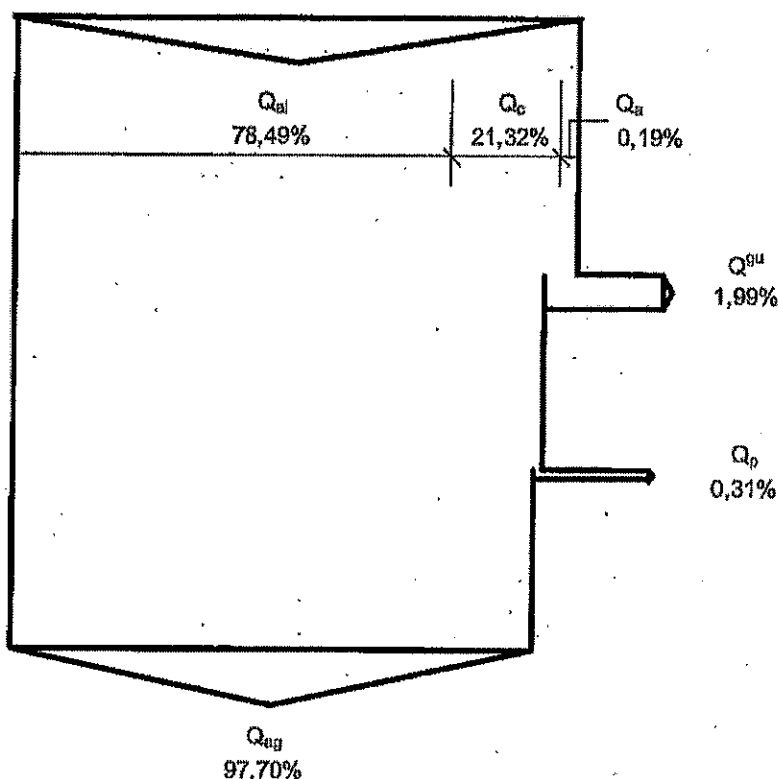
Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.116. CT 12: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C1

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		85,6%	53,8%	34,2%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	1,38	0,88	0,58
	[%]	21,3%	14,3%	9,7%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,01	0,01	0,01
	[%]	0,19%	0,14%	0,10%
Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	5,09	5,27	5,37
	[%]	78,49%	85,54%	90,23%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	6,48	6,16	5,96
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		85,6%	53,8%	34,2%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,129	0,087	0,063
	[%]	1,99%	1,42%	1,07%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,31%	0,32%	0,34%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,15	0,11	0,08
	[%]	2,3%	1,7%	1,4%
Căldură conținută de agentul termic Q_{nt}	[GJ]	6,33	6,05	5,87
	[%]	97,7%	98,3%	98,6%
Randamentul brut al instalației η		97,7%	98,3%	98,6%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		90,1%	88,8%	86,6%


Fig. 4.107. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare maximă



**TOTAL
ENERGY
SOLUTIONS**

AUDIT ENERGETIC COMPLEX
pe întregul contur de consum de energie

la Regia Autonomă de Gospodărire Comunală și Locativă - Pâncăuți

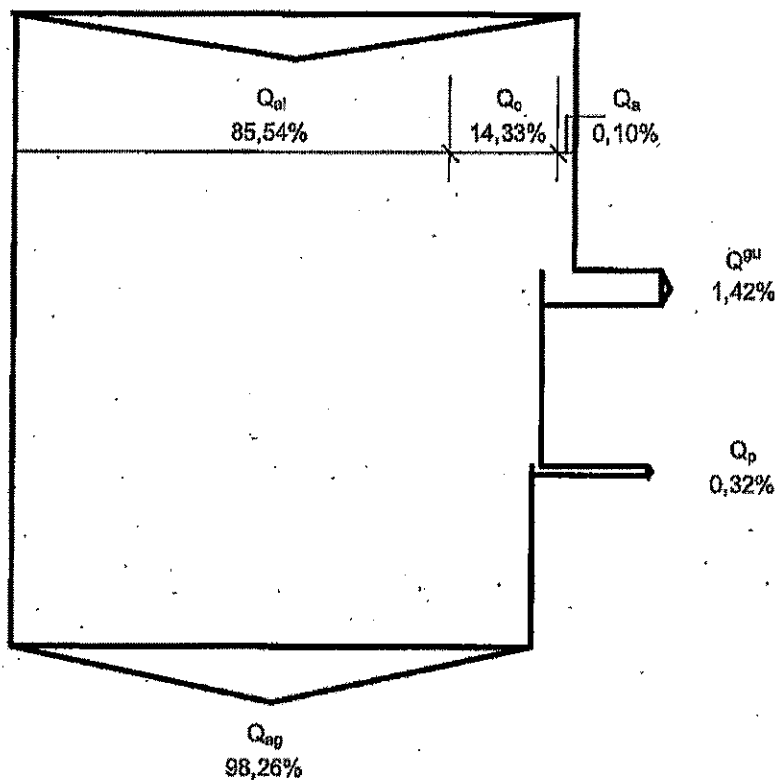


Fig. 4.108. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare medie

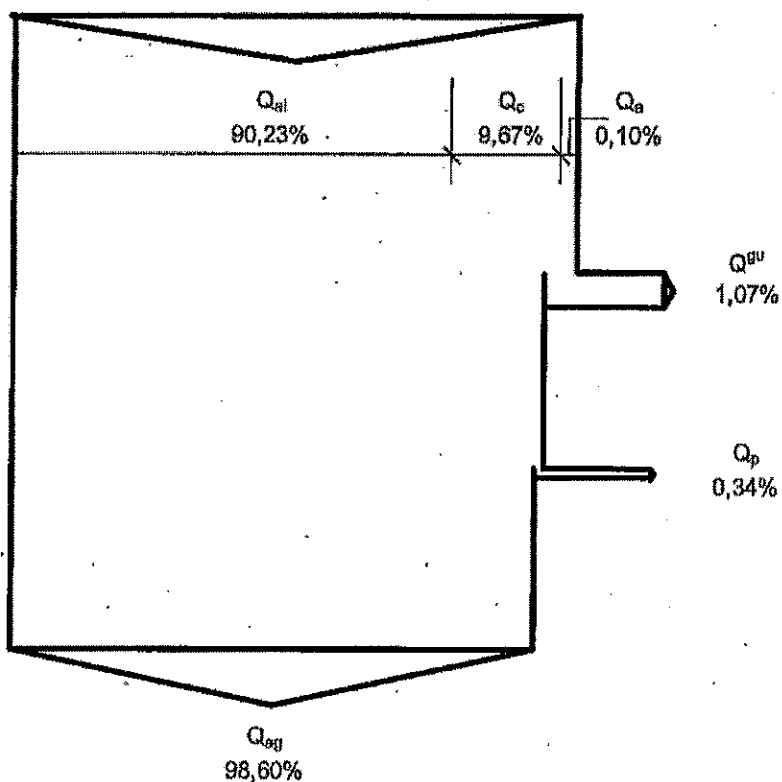


Fig. 4.109. Diagrama Sankey pentru cazanul C1, la încărcare minimă

4.11.1.2 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului C2

Pentru analiza regimului de funcționare și determinarea randamentului cazanului au fost efectuate măsurători în regim de sarcină la acesta. În tabelul de mai jos sunt prezentate mărimile măsurate și calculate pentru cazanul C2.

Tab. 4.117. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul C2

Încărcare cazan	88,0%	51,3%	36,7%
Coeficient de exces de aer α	1,15	1,20	1,33
Temperatura aerului de ardere [°C]	24	24	24
Temperatura gazelor de ardere [°C]	133	140	151
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m ³]	0,0341	0,0341	0,0341
Consum de combustibil [m ³ /h]	41,7	24,7	18,1
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	1,42	0,84	0,62
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_b consumat orar	1,86	1,10	0,81
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	17,0	17,0	17,0
Temperatura apei de alimentare a cazanului [°C]	71,5	73,5	75,0
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [°C]	89,5	84,0	82,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m ³]	299,4	307,7	314,0
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m ³]	374,7	351,7	345,4
Entalpia aerului de ardere [KJ/m ³]	28,6	28,6	28,6
Volum de aer de ardere teoretic [m ³]	397,0	235,4	172,0
Volum de aer de ardere real [m ³]	456,5	282,5	228,8
Volum de gaze de ardere teoretic [m ³]	438,6	260,2	190,1
Volum de gaze de ardere real [m ³]	498	307	247
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m ³]	268,6	273,8	279,5

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.118. CT 12: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului C2

Componenetele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		88,0%	51,3%	36,7%
Căldura chimică a combustibilului Q_c	[GJ]	1,42	0,84	0,62
	[%]	21,8%	13,9%	10,3%
Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,01	0,01	0,01
	[%]	0,20%	0,13%	0,11%

Căldura introdusă cu apa de alimentare Q_{al}	[GJ]	5,09	5,23	5,34
	[%]	78,00%	86,00%	89,55%
Total caldura intrata Q_i	[GJ]	6,52	6,08	5,96
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		88,0%	51,3%	36,7%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{ga}	[GJ]	0,134	0,084	0,069
	[%]	2,05%	1,38%	1,16%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,31%	0,33%	0,34%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,15	0,10	0,09
	[%]	2,4%	1,7%	1,5%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	6,37	5,98	5,87
	[%]	97,6%	98,3%	98,5%
Randamentul brut al instalației η		97,6%	98,3%	98,5%
Randamentul de utilizare a căldurii comb. η_B		90,1%	88,6%	86,6%

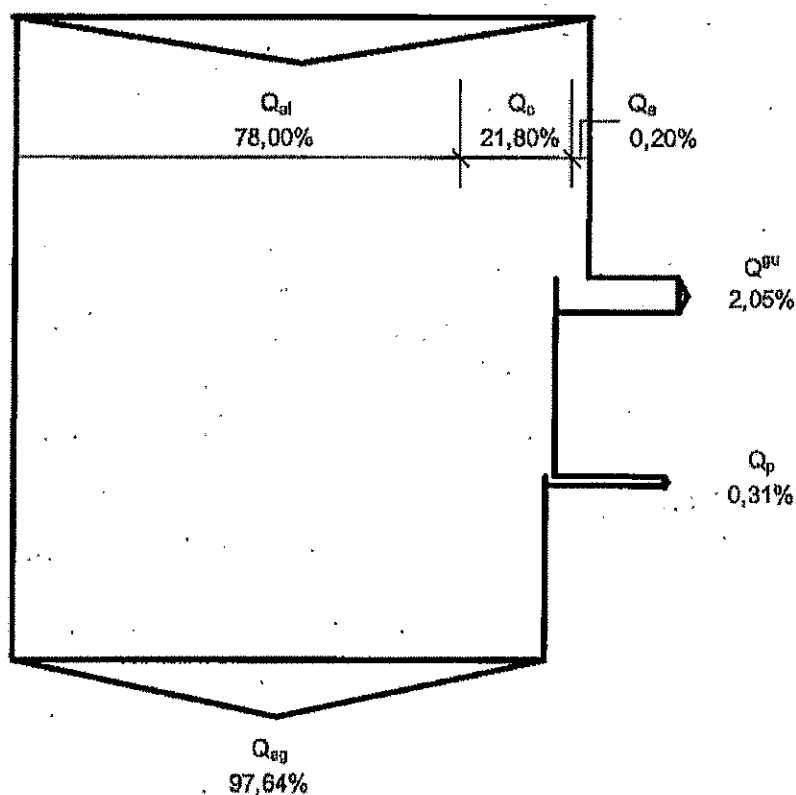


Fig. 4.110. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare maximă

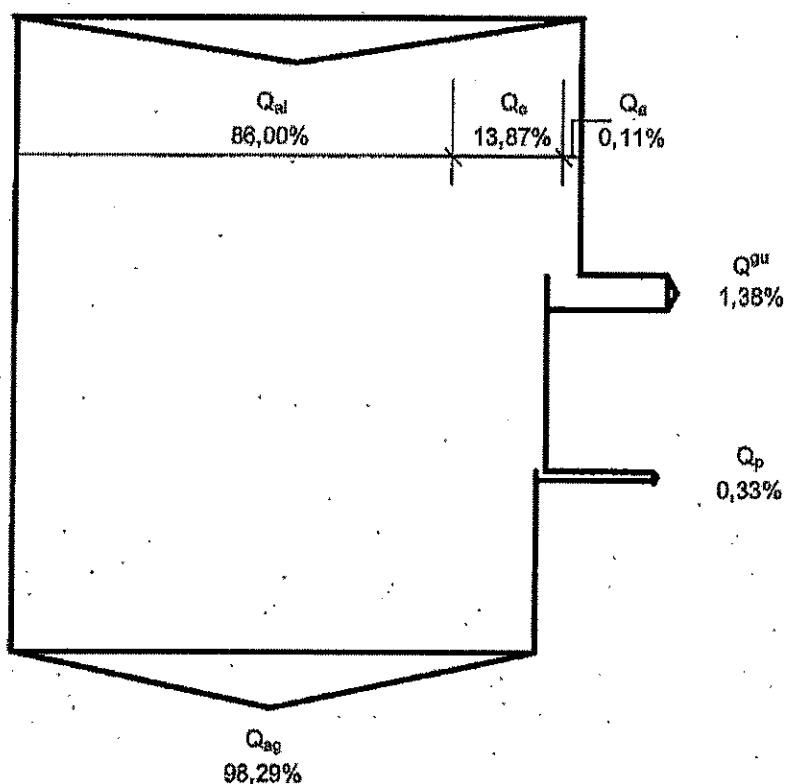


Fig. 4.111. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare medie

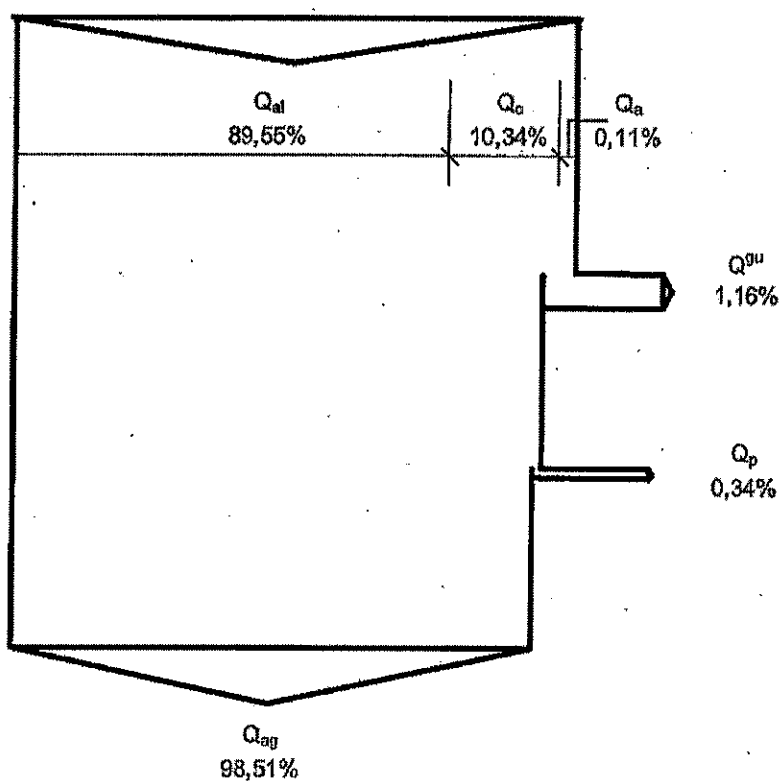


Fig. 4.112. Diagrama Sankey pentru cazanul C2, la încărcare minimă

4.11.2 Bilanțul real al rețelelor de distribuție agent termic din CT 12

Rețelele de distribuție a agentului termic pentru încălzire și apă caldă menajeră sunt realizate din tronsoane de conductă preizolată amplasate subteran (îngropate în pământ pe pat de nisip). Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur, apă caldă de consum).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din poliuretan rigid, având un coeficient de conductibilitate termică de $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Spuma poliuretanică este realizată prin injecție sub presiune, având următoarele proprietăți:

- Conținut de celule închise - min. 88 %
- Densitatea medie pe lungime de țevă – 80 kg/m^3
- Rezistență la compresie - min. $0,3 \text{ N/mm}^2$
- Coeficient de conductivitate termică la $t_{\text{med}} = 50^\circ\text{C}$ - max. $0,027 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
- Diametrul porilor - max. $0,5 \text{ mm}$

Structura rețelelor de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseele acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos. În tab. 4.122 este prezentat bilanțul real anual al rețelelor de distribuție a agentului termic din CT 12 la consumatorii finali.

Tab. 4.119. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT 12

Conducte încălzire preizolate					
C.T. 12	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	25	0	0	0,000	0,000
	32	0	0	0,000	0,000
	40	0	0	0,000	0,000
	50	0	0	0,000	0,000
	65	0	0	0,000	0,000
	80	0	0	0,000	0,000
	100	80	80	0,628	0,628
	125	0	0	0,000	0,000
	150	60	60	1,060	1,060
	200	0	0	0,000	0,000
	250	0	0	0,000	0,000
	300	0	0	0,000	0,000
	TOTAL	140,0	140,0	1,69	1,69

Tab. 4.120. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT 12

Conducte încălzire preizolate subterane - TUR																				Pierderi tehnologice prin apă de aduc			
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																				Pierderi pe sezon			
d_{hi}	t_a	t_b	λ_p	λ_{iz}	λ_{ap}	λ_{ext}	h	d_o	d_{ex}	d_{ep}	R_p	R_{iz}	R_{ap}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi onore	Pierderi pe sezon	Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[m³]	[kcal]	[m³]	[Gcal]
[W/m²°C]																[m³]							
[m²C/W]																[m³]							
25	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0910	0,111	0,116	0,0008	7,823	0,161	0,688	6,35	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
32	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0884	0,118	0,123	0,0007	8,641	0,181	0,578	7,11	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
40	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0470	0,127	0,132	0,0006	5,882	0,160	0,594	7,99	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
50	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0672	0,137	0,142	0,0005	5,160	0,139	0,651	8,97	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
65	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0730	0,153	0,159	0,0004	4,364	0,149	0,531	10,40	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
80	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0890	0,189	0,175	0,0004	3,782	0,135	0,514	11,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
100	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1100	0,210	0,216	0,0004	3,814	0,109	0,477	11,82	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
125	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1360	0,236	0,243	0,0003	3,251	0,114	0,456	13,73	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
150	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1620	0,262	0,270	0,0003	2,835	0,114	0,438	15,49	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
200	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,2142	0,314	0,324	0,0003	2,259	0,119	0,405	18,85	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
250	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,2850	0,405	0,414	0,0002	2,502	0,093	0,362	17,80	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
300	58,61	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,3150	0,455	0,464	0,0002	2,169	0,078	0,342	20,29	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
TOTAL																0,000	0,000	0,00	0,000				

Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR																			Pierderi tehnologice prin apă de aduc				
Pierderi tehnologice prin transfer de căldură																			Pierderi pe sezon				
d_{hi}	t_a	t_b	λ_p	λ_{iz}	λ_{ap}	λ_{ext}	h	d_o	d_{ex}	d_{ep}	R_p	R_{iz}	R_{ap}	R_{ext}	q	L	β	ΔQ	Volum rețea	Pierderi onore	Pierderi pe sezon	Pierderi pe sezon	
[mm]	[°C]	[°C]					[m]	[m]	[m]	[m]					[W/m]	[m]	[m]	[W]	[m³]	[m³]	[kcal]	[m³]	[Gcal]
[W/m²°C]																			[m³]				
[m²C/W]																			[m³]				
25	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0910	0,111	0,116	0,0008	7,823	0,161	0,688	5,62	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
32	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0884	0,118	0,123	0,0007	8,641	0,161	0,678	6,18	0,0	-0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
40	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0470	0,127	0,132	0,0009	5,882	0,160	0,564	8,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
50	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0572	0,137	0,142	0,0005	6,180	0,159	0,651	7,80	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
65	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0730	0,153	0,159	0,0004	4,364	0,149	0,531	9,04	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
80	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,0890	0,169	0,175	0,0004	3,782	0,135	0,514	10,29	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
100	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1100	0,210	0,216	0,0004	3,814	0,109	0,477	10,37	80,0	0,1	912,2	6,628	0,001	49,9	5,338	0,212
125	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1360	0,236	0,243	0,0003	3,251	0,114	0,456	11,84	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
150	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,1620	0,262	0,270	0,0003	2,835	0,114	0,438	13,47	80,0	0,1	868,8	1,060	0,002	84,3	9,008	0,358
200	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,2142	0,314	0,324	0,0003	2,259	0,119	0,405	16,38	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
250	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,2850	0,405	0,414	0,0002	2,502	0,093	0,362	15,48	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
300	49,76	4,1	43,2	0,03	0,041	0,9	0,8	0,3150	0,455	0,464	0,0002	2,169	0,078	0,342	17,63	0,0	0,1	0,0	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
TOTAL																			0,000	0,000	0,00	0,000	

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - IARNA				UA	Termica	Mesaje
CT 12				Gcal	7,57	0,659
Conducte încălzire preizolate subterane - TUR				Gcal	6,68	0,570
Conducte încălzire preizolate subterane - RETUR				Gcal	14,16	1,24
Total încălzire preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Conducte ACC preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Conducte Recirculare ACC preizolate subterane				Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACC preizolate				Gcal	0,00	0,00
TOTAL				Gcal	14,16	1,24

Tab. 4.121. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT 12

CT	12	Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]		15,4		
		din care:		
		Încălzire	14,2	1,2
		ACC	0,0	0,0

Tab. 4.122. Pierderi reale anuale pe rețelele de distribuție din CT 12

Luna	Energie produsă		Energie totală livrată la consumatori	ACM, din care:			Încălzire, din care:			Pierderi						
	Încălzire	ACM		Total	Unități economice	Asociații locatari	Total	Unități economice	Asociații locatari	ACM		Încălzire		Total	Total pierderi	
										Termice	Masice	Termice	Masice			
	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]	[Gcal]
Ianuarie	62,11	0,00	62,11	56,46	0,00	0,00	0,00	56,46	0,48	55,98	0,00	0,00	5,29	0,00	5,65	5,65
Februarie	73,70	0,00	73,70	67,00	0,00	0,00	0,00	67,00	0,41	66,60	0,00	0,00	6,42	0,00	6,70	6,70
Martie	63,18	0,00	63,18	57,20	0,00	0,00	0,00	57,20	0,26	56,94	0,00	0,00	5,44	0,00	5,96	5,96
Aprilie	27,81	0,00	27,81	26,48	0,00	0,00	0,00	26,48	0,17	26,32	0,00	0,00	1,00	0,00	1,32	1,32
Mai	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iunie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iulie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
August	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Septembrie	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Octombrie	25,36	0,00	25,36	24,16	0,00	0,00	0,00	24,16	0,00	24,16	0,00	0,00	0,84	14,00	1,20	1,20
Noiembrie	44,23	0,00	44,23	42,13	0,00	0,00	0,00	42,13	0,26	41,87	0,00	0,00	1,83	12,00	2,11	2,11
Decembrie	80,28	0,00	80,28	76,46	0,00	0,00	0,00	76,46	0,29	76,17	0,00	0,00	3,34	12,00	3,82	3,82
Total	376,64	0,00	376,64	349,89	0,00	0,00	0,00	349,89	1,87	348,03	0,00	0,00	23,75	75,00	26,75	26,75

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT 12 + rețele de distribuție, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.123. Bilanțul real anual pe conturul CT 12 + rețele de distribuție agent termic

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	55742,9	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	454,3	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	46,0	10,14
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	10,5	2,32
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	376,6	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	26,75	7,10
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	23,75	6,31
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	3,0	0,80
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	349,9	92,90
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	349,9	92,90
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	0,0	0,00

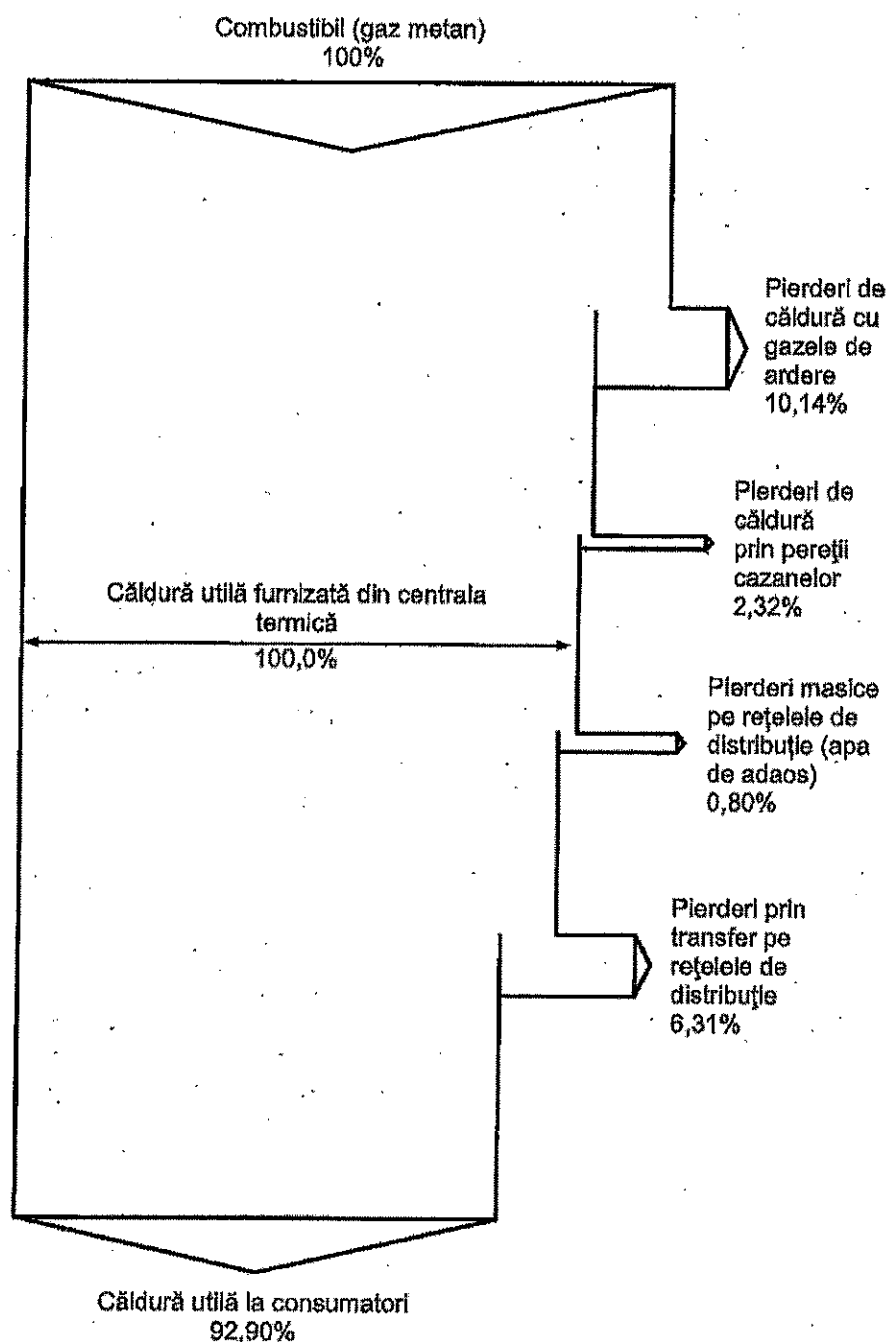


Fig. 4.113. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT 12 + rețele de distribuție

4.12. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul centralei termice CT Sediu

Centrala termică CT Sediu este echipată cu un cazan VIESSMANN RNDOMAT de 160 kW și pompă agent termic GRÜNDFOSS UFS25-80H.

4.12.1 Bilanțul termoeenergetic real al cazanului de apă caldă de la CT Sediu

Cazanul funcționează într-un regim practic constant pe durate relativ mari de timp, astfel că este justificată întocmirea unor bilanțuri pentru un interval de timp de o oră, pentru sarcini caracteristice, urmând ca bilanțul real anual să rezulte din înmulțirea valorilor orare cu durata anuală de funcționare, valoare furnizată de beneficiar.

Tab. 4.124. Mărimi măsurate și calculate pentru cazanul de la CT Sediu

Încărcare cazan	94,0%	56,9%	34,6%
Coeficient de exces de aer α	3,31	3,75	4,02
Temperatura aerului de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	18	18	18
Temperatura gazelor de ardere [$^{\circ}\text{C}$]	66	78	90
Puterea calorifică a combustibilului [GJ/m^3]	0,0368	0,0368	0,0368
Consum de combustibil [m^3/h]	16,7	10,6	6,9
Căldura rezultată din arderea combustibilului [GJ]	0,61	0,39	0,25
Nr. orar de kilomoli de combustibil n_B consumat orar	0,74	0,47	0,31
Debitul de apă de alimentare a cazanului [mc/h]	6,8	6,8	6,8
Temperatura apei de alimentare a cazanului [$^{\circ}\text{C}$]	62,0	64,0	65,5
Temperatura apei calde la ieșirea din cazan [$^{\circ}\text{C}$]	81,0	75,5	72,5
Entalpia apei de alimentare a cazanului [KJ/m^3]	259,6	268,0	274,2
Entalpia apei calde la ieșirea din cazan [KJ/m^3]	339,1	316,1	303,5
Entalpia aerului de ardere [KJ/m^3]	21,9	21,9	21,9
Volum de aer de ardere teoretic [m^3]	159,0	101,0	65,4
Volum de aer de ardere real [m^3]	526,1	378,9	263,0
Volum de gaze de ardere teoretic [m^3]	175,6	111,7	72,3
Volum de gaze de ardere real [m^3]	543	390	270
Entalpia gazelor de ardere [KJ/m^3]	120,9	132,9	146,4

Valorile pentru cele trei regimuri de încărcare ale cazanului au fost determinate ca valori medii orare, calculate pe baza înregistrărilor efectuate cu aparatura de măsură proprie, pe durate de timp reprezentative.

Pierderile de căldură prin pereții cazanului s-au determinat conform precizărilor din breviarul de calcul (Cap. 2), ca sumă a pierderilor de căldură prin convecție și radiație, calculate pe baza distribuției temperaturilor pe suprafețele exterioare ale cazanului determinată prin inspecție termografică.

În tabelul de mai jos se prezintă bilanțul real orar al cazanului pentru cele trei regimuri de funcționare considerate, iar în figurile următoare se prezintă diagramele Sankey corespunzătoare celor 3 regimuri de încărcare ale cazanului.

Tab. 4.125. CT Sediu: Bilanțul termoeenergetic real orar al cazanului de apă caldă

Componentele bilanțului termoeenergetic real		Valoare la sarcina:		
Fluxuri termice la intrarea în conturul de bilanț:		94,0%	56,9%	34,6%
Căldura chimică a combustibilului Q_0	[GJ]	0,61	0,39	0,25
	[%]	25,7%	17,6%	11,9%

Căldura introdusă cu aerul de ardere Q_a	[GJ]	0,01	0,01	0,01
	[%]	0,48%	0,37%	0,27%
Căldura introdusă cu apă de alimentare Q_{al}	[GJ]	1,77	1,82	1,86
	[%]	73,81%	82,03%	87,81%
Total căldura intrată Q_i	[GJ]	2,39	2,22	2,12
	[%]	100,0%	100,0%	100,0%
Fluxuri termice la ieșirea din conturul de bilanț:		94,0%	56,9%	34,6%
Pierderi de căldură cu gazele de ardere Q_{gu}	[GJ]	0,066	0,052	0,040
	[%]	2,74%	2,33%	1,86%
Pierderi de căldură prin pereții cazanului Q_p	[GJ]	0,020	0,020	0,020
	[%]	0,84%	0,90%	0,94%
Total pierderi de căldură ΔQ	[GJ]	0,09	0,07	0,06
	[%]	3,6%	3,2%	2,8%
Căldură conținută de agentul termic Q_{ag}	[GJ]	2,31	2,15	2,06
	[%]	96,4%	96,8%	97,2%
Randamentul brut al instalației η		96,4%	96,8%	97,2%
Randamentul de utilizare a căldurii combustibilului η_B		88,0%	83,8%	78,7%

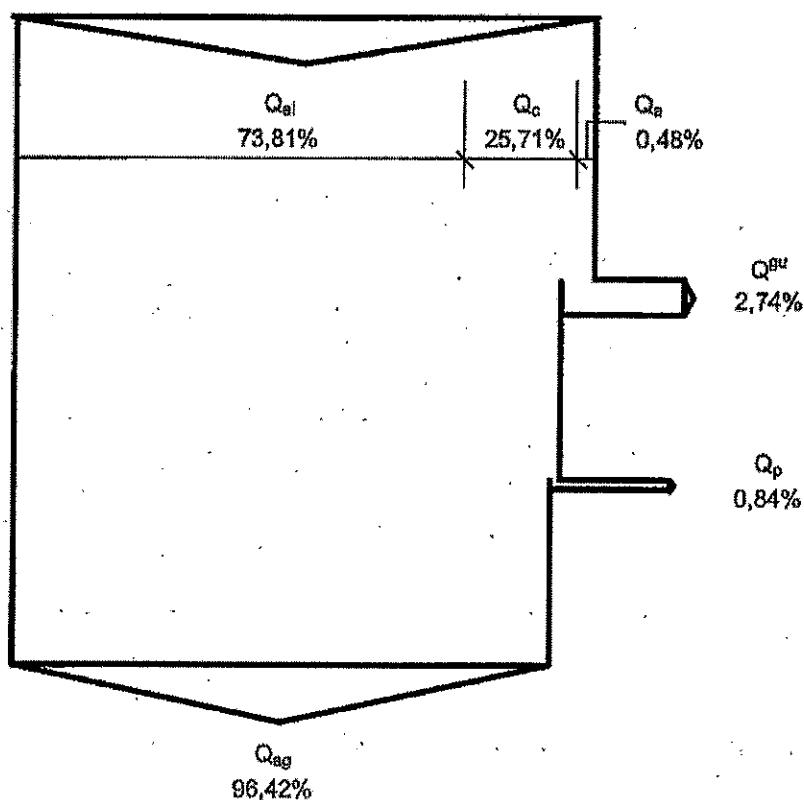


Fig. 4.114. Diagrama Sankey pentru cazanul din CT Sediul, la încărcare maximă

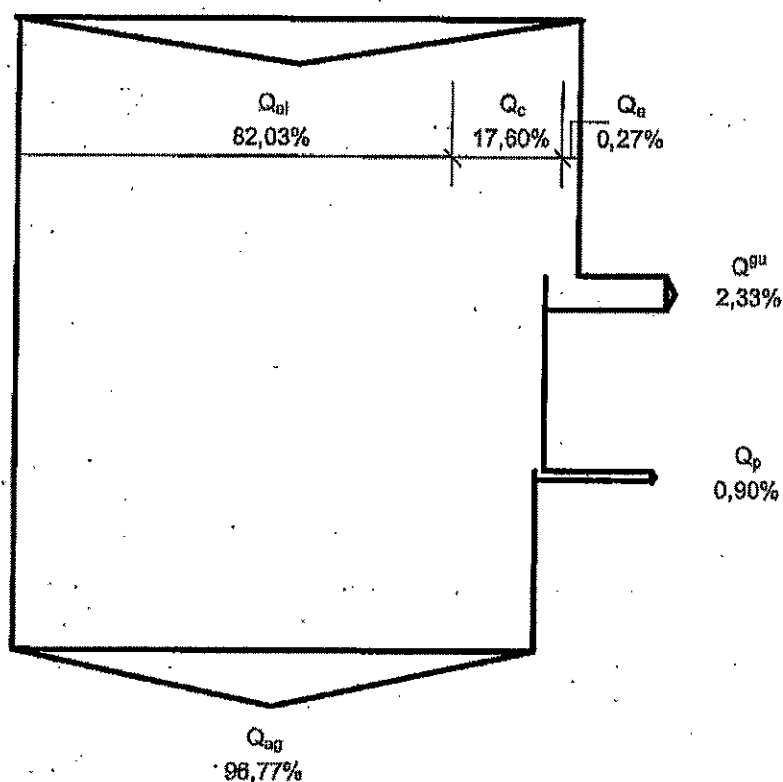


Fig. 4.115. Diagrama Sankey pentru cazanul din CT Sediul, la încărcare medie

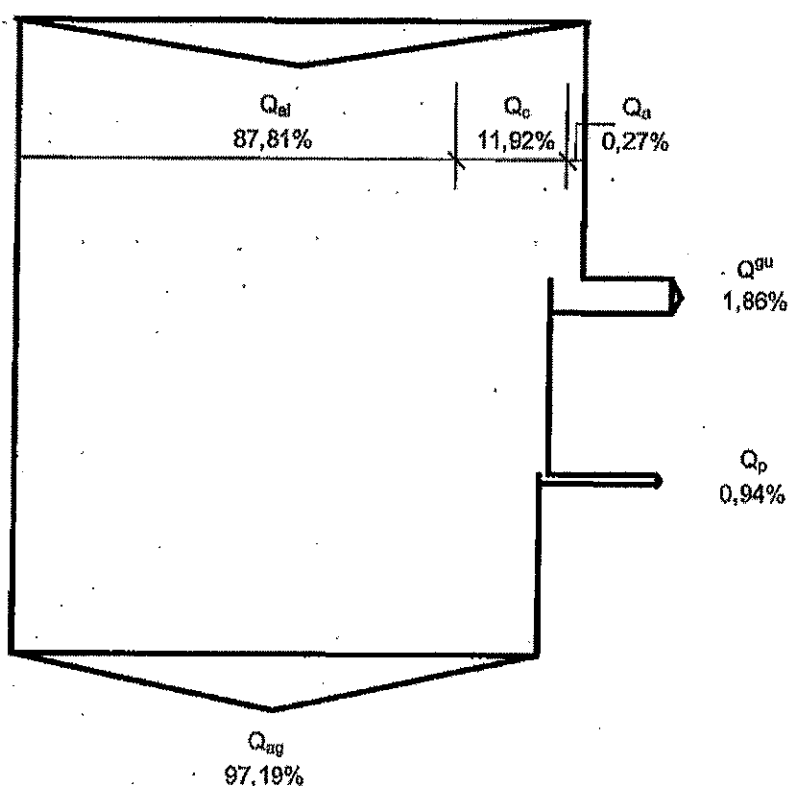


Fig. 4.116. Diagrama Sankey pentru cazanul din CT Sediul, la încărcare minimă

4.12.2 Bilanțul real al rețelei de distribuție agent termic din CT Sediu

Rețeaua de distribuție a agentului termic pentru încălzire este realizată din tronsoane de conductă clasică amplasate subteran. Pentru calculul pierderilor tehnologice, prin transfer de căldură (termice) și prin scăpări de agent termic (masice), s-au inventariat lungimile traseelor și diametrele conductelor pentru fiecare circuit al rețelei de distribuție (încălzire tur, încălzire retur).

Izolația termică exterioară a conductelor este realizată din vată minerală, având un coeficient de conductibilitate termică inițial de $0,06 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

Structura rețelei de distribuție a energiei termice către consumatorii finali, precum și calculul pierderilor tehnologice pe traseul acestora, la nivelul anului 2015, sunt prezentate în tabelele de mai jos.

Tab. 4.126. Rețelele de distribuție a agentului termic din CT Sediu

	Conducte încălzire clasice				
	Dn	Lungime		Volum rețea	
		Tur	Retur	Tur	Retur
	[mm]	[m]	[m]	[mc]	[mc]
	25	0	0	0,000	0,000
	32	60	60	0,048	0,048
	50	0	0	0,000	0,000
	65	0	0	0,000	0,000
	76	0	0	0,000	0,000
	89	0	0	0,000	0,000
	100	0	0	0,000	0,000
	108	0	0	0,000	0,000
	114	0	0	0,000	0,000
	125	0	0	0,000	0,000
	133	0	0	0,000	0,000
	168	0	0	0,000	0,000
	219	0	0	0,000	0,000
	250	0	0	0,000	0,000
	275	0	0	0,000	0,000
	325	0	0	0,000	0,000
	TOTAL	60,0	60,0	0,048	0,048

Tab. 4.127. Calcul pierderi tehnologice pe rețelele de distribuție din CT Sediu

Conducție tehnologică clasică în agent termic TUR																			
Pierderi tehnologice pe traseu de distribuție																			
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI
Traseu	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI	TCR	TCM	TCI

Conducție încălzire clasică în canal termic - RETUR																			
d _{ext}	L _{ext}	L _{int}	ΔT _{ext}	ΔT _{int}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}	ΔT _{med}
(m)	(m)	(m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
28	40,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	8	0,0319	0,0660	0,097	0,0008	2,328	85-03	0,057	0,420	8,30	0,0	0,0	0,000
32	48,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,0384	0,0794	0,104	0,0007	2,050	75-03	0,010	0,332	9,62	0,0	0,0	0,000
36	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,0370	0,0740	0,102	0,0005	1,563	45-03	0,018	0,230	12,39	0,0	0,0	0,000
40	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,0722	0,1362	0,138	0,0004	1,318	45-03	0,431	0,162	14,64	0,0	0,0	0,000
44	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,0640	0,1180	0,120	0,0004	1,176	45-03	0,436	0,122	18,31	0,0	0,0	0,000
48	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,0595	0,1120	0,120	0,0004	1,043	45-03	0,338	0,110	18,33	0,0	0,0	0,000
52	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,1120	0,1745	0,176	0,0004	0,952	45-03	0,302	0,097	20,02	0,0	0,0	0,000
56	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,1150	0,1830	0,186	0,0005	0,893	45-03	0,244	0,099	21,28	0,0	0,0	0,000
60	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,1250	0,2120	0,214	0,0004	1,000	45-03	0,298	0,085	15,31	0,0	0,0	0,000
64	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,1370	0,2330	0,236	0,0003	1,011	45-03	0,283	0,077	20,69	0,0	0,0	0,000
68	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,1430	0,2330	0,236	0,0003	0,958	45-03	0,272	0,073	21,09	0,0	0,0	0,000
72	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,1818	0,2476	0,270	0,0003	0,805	45-03	0,238	0,057	28,72	0,0	0,0	0,000
76	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,2330	0,3438	0,368	0,0002	0,620	45-03	0,175	0,044	24,81	0,0	0,0	0,000
80	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,2612	0,3942	0,406	0,0002	0,631	45-03	0,161	0,048	27,45	0,0	0,0	0,000
84	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,2900	0,4200	0,422	0,0002	0,709	45-03	0,151	0,035	28,96	0,0	0,0	0,000
88	49,78	21,6	43,2	0,077	43,2	0,084	5	0,2400	0,4700	0,472	0,0002	0,672	45-03	0,155	0,048	33,77	0,0	0,0	0,000

Pierderi tehnologice de căldură pe rețelele de distribuție - ACC		UM	Termice	Masice
CT Sediul		Gcal	0,00	0,000
Conducție încălzire prezonală subterană - TUR		Gcal	0,00	0,000
Conducție încălzire prezonală subterană - RETUR		Gcal	0,00	0,000
Total încălzire prezonală subterană		Gcal	0,00	0,00
Conducție ACC prezonală subterană		Gcal	0,00	0,000
Conducție Racordare ACC prezonală subterană		Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACD prezonală		Gcal	0,00	0,00
Conducție încălzire clasică în canal termic - TUR		Gcal	2,65	0,018
Conducție încălzire clasică în canal termic - RETUR		Gcal	2,59	0,016
Total încălzire clasică		Gcal	5,15	0,035
Conducție ACC clasică în canal termic		Gcal	0,00	0,000
Conducție Racordare ACC clasică în canal termic		Gcal	0,00	0,000
Total ACC+RACD clasică		Gcal	0,00	0,000

Tab. 4.128. Pierderi tehnologice anuale pe rețelele de distribuție din CT Sediul

CT	Sediul	Termice	Masice	Total
Total pierderi tehnologice [Gcal]	5,2	5,1	0,04	5,2
	din care:	5,1	0,04	5,2
	Încălzire	5,1	0,04	5,2
	ACC	0,0	0,00	0,0

Pornind de la rezultatele bilanțului energetic real întocmit pentru cazanele de apă caldă din centrala termică și de la consumurile anuale de gaze naturale înregistrate de acestea, se întocmește bilanțul real anual pe conturul CT Sediul, prezentat în tabelul și diagrama Sankey de mai jos.

Tab. 4.129. Bilanțul real anual pe conturul CT Sediul

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	22480,0	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	183,2	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	26,2	14,32
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	4,8	2,61
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	152,2	100,0
Pierderi reale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	5,2	3,41
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	5,15	3,38
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	0,04	0,02
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	147,0	96,59
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	147,0	96,59
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	0,0	0,00

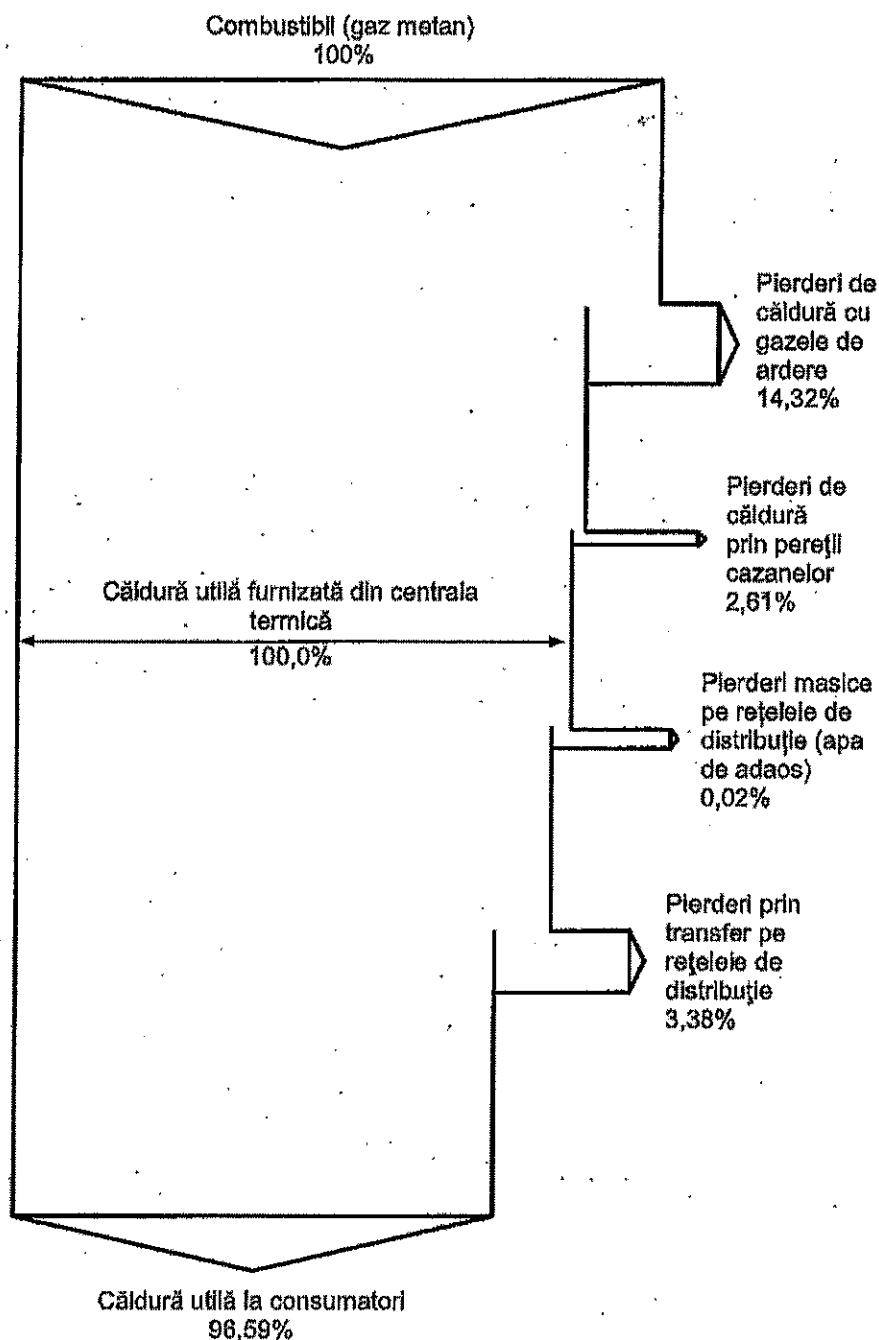


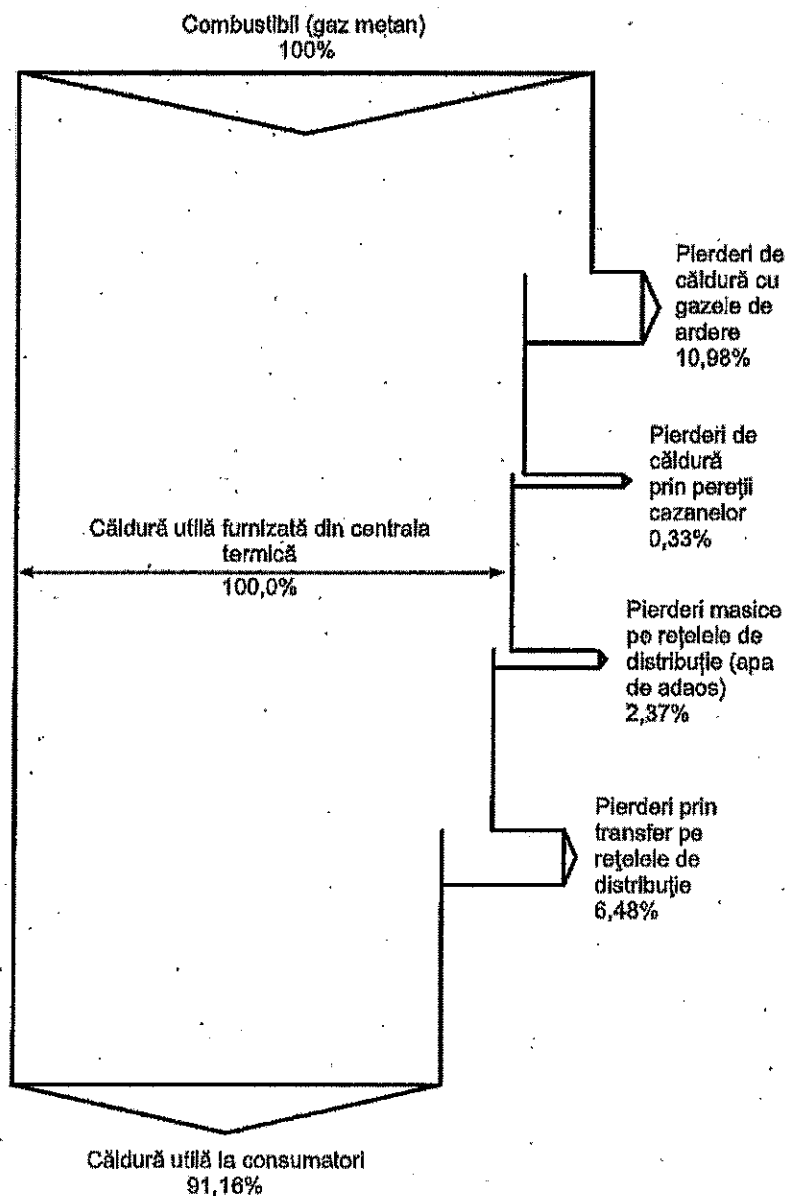
Fig. 4.117. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT Sedin

4.13. Bilanțul termoeenergetic real pe conturul general al centralelor de cvartal

Bilanțul termoeenergetic real anual pe conturul centralelor termice de cvartal și rețelele de distribuție aferente se obține însumând pe componente bilanțurile reale anuale întocmite pentru fiecare centrală termică + rețea de distribuție proprie, prezentate în subcapitolele anterioare.

Tab. 4.130. Bilanțul real anual pe conturul centrale termice de cvartal + rețele de distribuție

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	3277951	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	26715,3	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	2933,6	10,98
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	87,0	0,33
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	23257,3	100,0
Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	2056,8	8,84
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	1506,7	6,48
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	550,1	2,37
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	21200,5	91,16
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	18323,0	78,78
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	2877,5	12,37


Fig. 4.118. Diagrama Sankey a bilanțului real anual pe conturul CT-uri + rețele de distribuție

Pierderile tehnologice calculate și pierderile reale înregistrate de beneficiar sunt prezentate comparativ în tabelul de mai jos. Tabelul general al pierderilor pe conturul tuturor rețelelor de distribuție de la centralele termice de cvartal până la consumatorii finali racordați la acestea exprimă astfel valoarea totală a pierderilor pe rețelele de distribuție, în unități de energie (Gcal), respectiv în procente din cantitatea totală de căldură livrată în rețele.

Tab. 4.131. Sinteză pierderi reale + pierderi tehnologice anuale

CT	PIERDERI REALE						PIERDERI TEHNOLOGICE					
	prin transfer termic		masice (apă de adaos)		TOTAL		prin transfer termic		masice (apă de adaos)		TOTAL	
	[Gcal]	%	[Gcal]	%	[Gcal]	%	[Gcal]	%	[Gcal]	%	[Gcal]	%
1	51,2	4,39	31,1	2,66	82,3	7,05	204,8	17,55	12,7	1,09	217,5	18,64
2	240,1	11,92	29,4	1,46	269,5	13,39	190,2	9,45	9,1	0,45	199,3	9,90
3+6	234,3	5,65	97,3	2,35	331,6	8,00	149,6	3,61	8,6	0,21	158,2	3,81
4	188,2	6,85	100,4	3,65	288,6	10,50	227,6	8,28	10,3	0,37	237,9	8,65
5	230,8	7,48	41,0	1,33	271,8	8,81	185,3	6,01	9,2	0,30	194,5	6,31
7	184,3	4,36	131,3	3,10	315,6	7,46	305,3	7,22	17,6	0,42	322,9	7,64
8	65,6	13,60	13,0	2,70	78,6	16,30	229,4	47,58	12,2	2,53	241,6	50,11
9	94,0	3,81	83,2	3,38	177,1	7,19	224,4	9,11	12,5	0,51	236,9	9,62
10	77,7	5,98	12,0	0,92	89,7	6,90	183,3	14,11	8,2	0,63	191,5	14,74
11	116,9	9,38	8,4	0,68	125,3	10,06	267,5	21,48	12,9	1,04	280,4	22,51
12	23,7	6,31	3,0	0,80	26,7	7,10	14,2	3,76	1,2	0,33	15,4	4,09
Total	1506,7	6,48	550,1	2,37	2056,8	8,84	2181,5	9,38	114,5	0,49	2296,0	9,87

CAP. 5. BILANȚUL ELECTROENERGETIC REAL PE CONTURUL CENTRALELOR TERMICE DE CVARTAL

În cadrul unităților de producere a agentului termic pentru încălzire și apă caldă de consum (centralele termice de cvartal) există o serie de agregate acționate electric, prezentate în capitolul 1, care înregistrează consumuri importante de energie electrică. Dintre acestea, cei mai importanți consumatori din punct de vedere al puterii instalate și al consumurilor anuale de energie sunt pompele care asigură circulația agentului termic pe circuitele cazanelor (între cazan și schimbătoarele de căldură pentru încălzire și acc), precum și pompele de rețea care asigură livrarea agentului termic la consumatorii finali. În câteva centrale termice (CT2, CT3+6, CT4, CT5, CT7, CT10, CT11) unele pompe sunt comandate prin convertizor de frecvență, care asigură un consum optim de energie electrică pentru pomparea agentului termic.

Consumurile de energie electrică înregistrate de beneficiar la nivelul anului 2015 în centralele termice de cvartal sunt prezentate în tabelele de mai jos.

Tab. 5.1. Consumuri de energie electrică în CT1 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kVARh
Ianuarie	9583	0
Februarie	8125	0
Martie	7785	0
Aprilie	4253	0
Mai	2079	0
Iunie	1786	0
Iulie	1608	0
August	1583	0
Septembrie	1738	0
Octombrie	4560	0
Noiembrie	6360	0
Decembrie	8093	0
TOTAL	57553	0

Tab. 5.2. Consumuri de energie electrică în CT2 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kVARh
Ianuarie	11067	0
Februarie	9361	0
Martie	9527	0
Aprilie	6589	0
Mai	4964	0
Iunie	5339	0
Iulie	5205	0
August	4979	0
Septembrie	4744	0

Octombrie	6830	0
Noiembrie	7860	0
Decembrie	9638	0
TOTAL	86103	0

Tab. 5.3. Consumuri de energie electrică în CT4 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kVARh
Ianuarie	16669	0
Februarie	14533	0
Martie	13566	0
Aprilie	8267	0
Mai	5651	0
Iunie	4840	0
Iulie	5328	0
August	5420	0
Septembrie	5100	0
Octombrie	7388	0
Noiembrie	11093	0
Decembrie	14432	0
TOTAL	112287	0

Tab. 5.4. Consumuri de energie electrică în CT5 - 2015

LUNA	Ea		Er
	kWh	kWh	
	110	Sub	kVARh
Ianuarie	10832	7476	0
Februarie	8812	8643	0
Martie	8300	6459	0
Aprilie	6440	3926	0
Mai	5324	3814	0
Iunie	4784	1852	0
Iulie	5404	3995	0
August	4341	3602	0
Septembrie	2038	9452	0
Octombrie	3696	6819	0
Noiembrie	6172	6539	0
Decembrie	7756	5080	0
TOTAL	73899	67657	0

Tab. 5.5. Consumuri de energie electrică în CT6 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kVARh
Ianuarie	19619	0
Februarie	16643	0
Martie	16168	0
Aprilie	9059	0
Mai	5401	0
Iunie	3645	0
Iulie	2728	0
August	2715	0

Septembrie	2665	0
Octombrie	9082	0
Noiembrie	12388	0
Decembrie	16020	0
TOTAL	116133	0

Tab. 5.6. Consumuri de energie electrică în CT7 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kvarh
Ianuarie	19647	0
Februarie	17068	0
Martie	16175	0
Aprilie	10031	0
Mai	7120	0
Iunie	5980	0
Iulie	6552	0
August	6598	0
Septembrie	6010	0
Octombrie	9101	0
Noiembrie	13761	0
Decembrie	16.754	0
TOTAL	134797	0

Tab. 5.7. Consumuri de energie electrică în CT8 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kvarh
Ianuarie	6990	0
Februarie	5544	0
Martie	4939	0
Aprilie	3337	0
Mai	1478	0
Iunie	1607	0
Iulie	1564	0
August	1667	0
Septembrie	1605	0
Octombrie	3078	0
Noiembrie	4000	0
Decembrie	5392	0
TOTAL	41201	0

Tab. 5.8. Consumuri de energie electrică în CT9 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kvarh
Ianuarie	14528	0
Februarie	12735	0
Martie	12258	0
Aprilie	7704	0
Mai	5446	0
Iunie	4999	0
Iulie	5112	0
August	5047	0

Septembrie	4806	0
Octombrie	6371	0
Noiembrie	9543	0
Decembrie	12400	0
TOTAL	100949	0

Tab. 5.9. Consumuri de energie electrică în CT10 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kvarh
Ianuarie	6994	0
Februarie	5903	0
Martie	5545	0
Aprilie	3428	0
Mai	1832	0
Iunie	1342	0
Iulie	1333	0
August	1166	0
Septembrie	1269	0
Octombrie	3498	0
Noiembrie	4532	0
Decembrie	6156	0
TOTAL	42998	0

Tab. 5.10. Consumuri de energie electrică în CT11 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kvarh
Ianuarie	11360	0
Februarie	10209	0
Martie	9269	0
Aprilie	5306	0
Mai	2645	0
Iunie	1849	0
Iulie	1665	0
August	1704	0
Septembrie	1717	0
Octombrie	5509	0
Noiembrie	7395	0
Decembrie	9422	0
TOTAL	68050	0

Tab. 5.11. Consumuri de energie electrică în CT12 - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kvarh
Ianuarie	0	0
Februarie	0	0
Martie	4079	0
Aprilie	0	0
Mai	0	0
Iunie	0	0
Iulie	6	0
August	6	0

Septembrie	100	0
Octombrie	544	0
Noiembrie	527	0
Decembrie	906	0
TOTAL	6168	0

Tab. 5.12. Consumuri de energie electrică în centralele termice de cvartal - 2015

LUNA	Ea	Er
	kWh	kvarh
ianuarie	134765	0
februarie	117576	0
martie	114070	0
aprilie	68340	0
mai	45754	0
iunie	38023	0
iulie	40500	0
august	38828	0
septembrie	41244	0
octombrie	66476	0
noiembrie	90170	0
decembrie	112049	0
TOTAL	907795	0

Raportând consumurile de energie activă la cantitățile de energie termică livrate din CT-uri, se obțin indicatorii de consum specific de energie electrică pentru fiecare centrală termică, în [kWh/Gcal], astfel încât să poată fi evidențiate situațiile cu potențial de eficiență energetică.

Consumurile specifice de energie electrică, determinate pentru fiecare centrală în parte, respectiv pentru fiecare lună calendaristică, sunt prezentate în tabelele și figurile de mai jos.

Tab. 5.13. Consumuri specifice lunare de energie electrică în centralele termice - 2015

LUNA	Ea	Energie livrată din CT-uri	Consumuri specifice lunare
	kWh	Gcal	kWh/Gcal
ianuarie	134765	3629,1	37,1
februarie	117576	4386,1	26,8
martie	114070	3409,0	33,5
aprilie	68340	2114,7	32,3
mai	45754	294,6	155,3
iunie	38023	276,4	137,6
iulie	40500	284,2	142,5
august	38828	252,7	153,6
septembrie	41244	275,2	149,9
octombrie	66476	1653,3	40,2
noiembrie	90170	2306,9	39,1
decembrie	112049	4375,1	25,6
TOTAL 2015	907795	23257,3	39,0

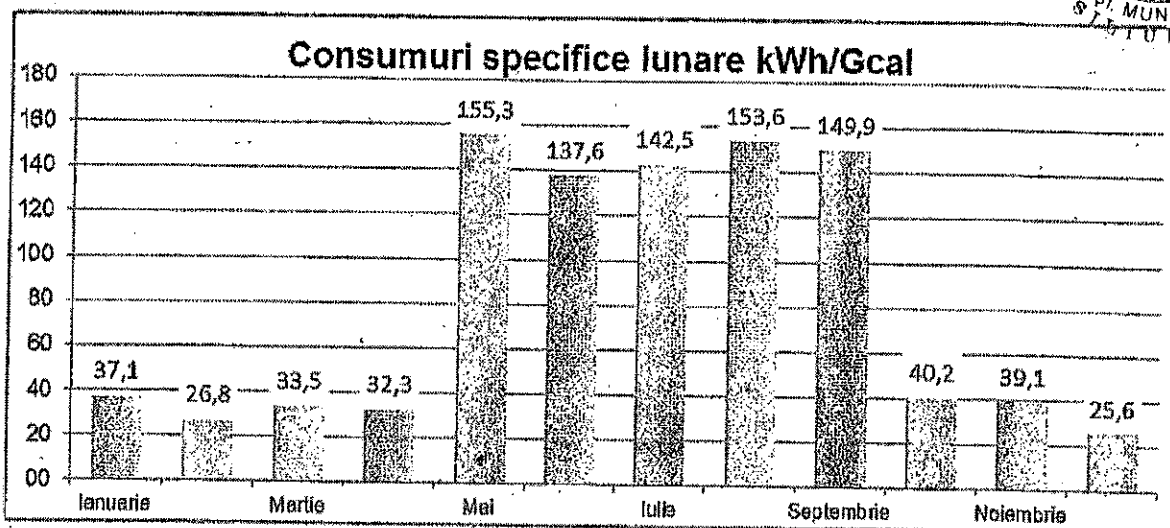


Fig. 5.1. Consumuri specifice lunare de energie electrică în centralele termice - 2015

Tab. 5.14. Consumuri specifice de energie electrică pe centralele termice - 2015

CT	Ea	Energie livrată din CT-uri	Consumuri specifice pe CT-uri
	kWh	Gcal	kWh/Gcal
CT 1	57553	1166,8	49,3
CT 2	86103	2013,2	42,8
CT 3+6	116133	4147,1	28,0
CT 4	112287	2749,4	40,8
CT 5	141556	3085,2	45,9
CT 7	134797	4229,3	31,9
CT 8	41201	482,1	85,5
CT 9	100949	2463,1	41,0
CT 10	42998	1299,2	33,1
CT 11	68050	1245,3	54,6
CT 12	6168	376,6	16,4
TOTAL CT-uri	907795	23257,3	39,0

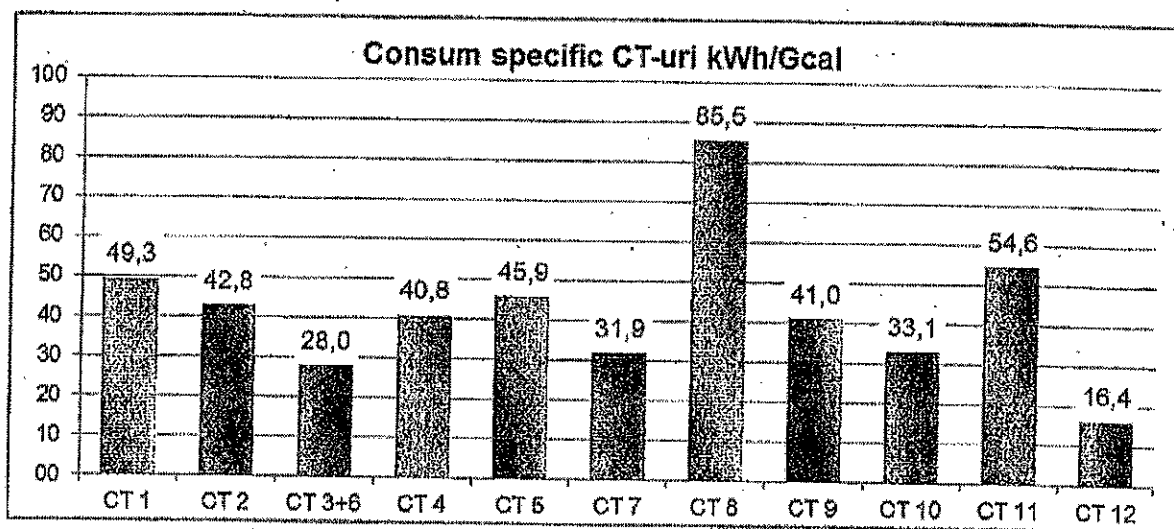


Fig. 5.2. Consumuri specifice de energie electrică pe centralele termice - 2015

CAP. 6. BILANȚUL REAL PE SECTORUL TRANSPORTURI

Parcul auto propriu al RAGCL Pașcani este alcătuit din mijloacele de transport prezentate în tab. 1.1, care la nivelul anului 2015 au înregistrat următoarele consumuri totale, respectiv specifice, de combustibili:

Tab. 6.1. Mijloacele de transport din parcul auto al RAGCL Pașcani și consumurile specifice de carburanți realizate în 2015

Nr. crt.	Mijloc de transport	Anul fab.	Combustibil	Capacitate cilindrică (mc)	Km efectuați / an	Consum total anual (litri)	Consum specific normat (l/100km)	Consum specific realizat (l/100km)
1	Dacia pick-up	2002	Benzină	1557	12310	1132	9	9,20
2	Dacia berlina	2004	Benzină	1397	9917	834	9	8,41
3	Dacia Logan	2008	Benzină	1598	13462	1169	9	8,68
4	Hyundai	2000	Motorină	2476	18588	1957	11	10,53
5	Volkswagen	1989	Motorină	1588	9828	1104	11	11,23
6	Autoutilitara MAN	2001	Motorină	4580	3922	845	21	21,55
7	Autobuz STEYR	1993	Motorină	9603	26476	9308	35	35,16
8	Autobuz SETRA	1994	Motorină	11967	30254	10771	35	35,60
9	Autobuz OAF	1995	Motorină	11967	32409	11722	36	36,17
10	Autobuz Mercedes	1997	Motorină	11967	33354	12016	35	36,03
11	Autobuz SETRA	1994	Motorină	11967	30127	10645	35	35,33
12	Autobuz SETRA	1994	Motorină	11967	35747	12718	35	35,58
13	Autobuz SETRA	1993	Motorină	15078	28950	12248	38	42,31

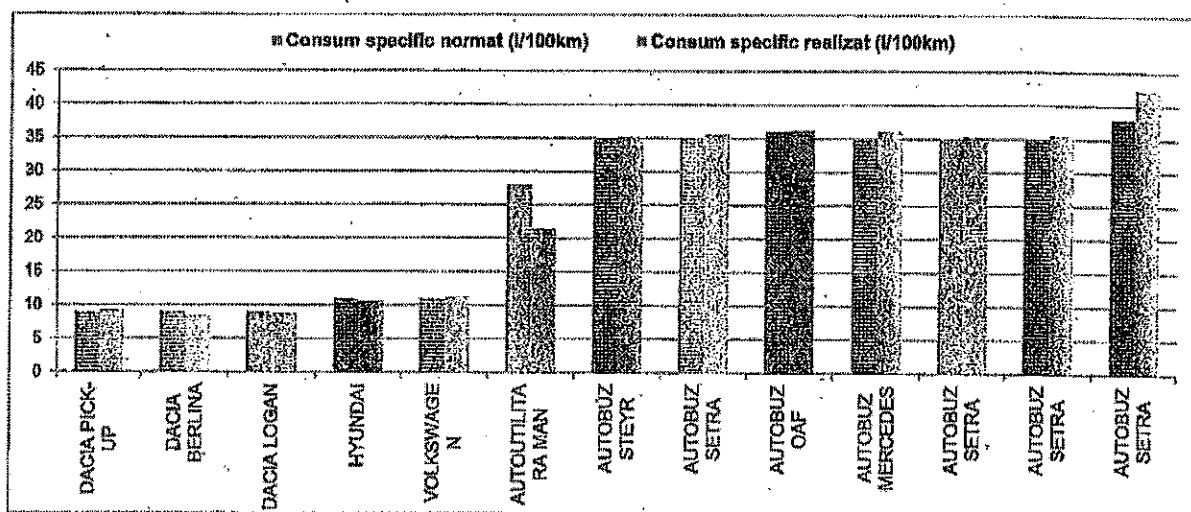


Fig. 6.1. Consumuri specifice de energie electrică pe centralele termice - 2015

În ceea ce privește serviciul de transport public sigurat de regie, acesta este asigurat prin intermediul celor 7 autobuze din parcul auto propriu care deservesc 4 trasee, situația la nivelul anului 2015 fiind prezentată în tabelul de mai jos.

Tab. 6.2. Situația transportului public asigurat de RAGCL Pașcani în ultimii 3 ani

Nr. crt.	INDICATOR	AUTOBUZE		
		2013	2014	2015
1	Număr trasee	4	4	4
2	Lungime trasee (Km)	8,5	8,5	8,5
3	Număr stații (buc)	10	10	10
4	Km parcurși (Km) / an	212554	216083	220290
5	Număr călători (pasageri) / an	323036	312746	324075
6	Consum motorină (to)	73,3	74,77	79,13
	C/Val. motorină consumată (mii lei)	350,98	362,33	324,53

Pentru serviciile de transport asigurate prin parcul auto propriu, RAGCL Pașcani urmărește și monitorizează consumurile de carburanți auto, pe secții de consum, beneficiarul fiind preocupat de reducerea consumurilor de combustibili și de optimizarea serviciului de transport public. Un exemplu al evidențelor proprii centralizate de beneficiar la nivelul anului 2015 este prezentat în tabelul de mai jos.

Tab. 6.3. Centralizator consum carburanți auto pe secții - 2015

Nume și prenume	Nr. Circulat	602-99ADM			602-41PSP			602-40ELM			602-400EX			602-99ADM			Total	
		Aprovizionare			Instalații			Menținere			Exploatare			Dir. Tehnic				
		Manolache			Piulițe			Nacula			Cracul							
		km. echiv.	cons. ef.	ulei	km. echiv.	cons. ef.	ulei	km. echiv.	cons. ef.	ulei	km. echiv.	cons. ef.	ulei	km. echiv.	cons. ef.	ulei	Km	Litri
	benzina																	
Apetrel Dumitru	IS-35-RAM	1968	182	0	18549	1688	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20727	1889
Chilperi Stefan	IS-05-ALV	7245	598	0	0	0	0	0	0	0	7049	618	0	0	0	0	14294	1216
Damian Petru	IS-06-TYK	2548	232	0	0	0	0	0	0	0	212	19	0	43	0	15173	1318	1748
TOTAL benzina		11781	1012	0	18549	1688	0	0	0	0	7261	637	0	43	0	15173	1318	54929
	motorina																	
Autobuze		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220290	79128
Damian Petru	IS-03-VDR	10567	1118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1082	0	0	26230	2781
Neamtu P	IS-01-JBF	150	17	0	0	0	0	14100	1580	0	1005	122	0	0	0	0	15265	1699
L.S.	IS-108-PAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Damian P	IS-08-XJT	5911	1359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5911	1359
TOTAL motorina		16628	2494	0	0	0	0	14100	1580	0	1005	122	0	1082	0	0	267695	84967

CAP. 7. ANALIZA BILANȚULUI ENERGETIC REAL

Din analiza rezultatelor bilanțurilor energetice reale prezentate anterior se pot formula o serie de concluzii și recomandări în ceea ce privește eficiența energetică a instalațiilor din interiorul conturului de bilanț și a posibilităților de îmbunătățire a acesteia.

7.1. Analiza bilanțului termooenergetic real pe conturul centralelor de cvartal și rețelelor de distribuție

Așa cum s-a constatat în urma întocmirii bilanțurilor termooenergetice reale oare pe conturul cazanelor de apă caldă din centralele termice, în general acestea funcționează în parametri optimi de funcționare, coeficienții de exces de aer și temperaturile gazelor de ardere având valori corespunzătoare ($\lambda = 1,05 \dots 1,25$, $t_{ga} = 110 \dots 125^\circ\text{C}$).

Există însă și situații în care acești parametri de funcționare depășesc valorile recomandate în literatura de specialitate sau pe cele de catalog (recomandate de producătorul echipamentului), astfel încât randamentul de funcționare în sarcină al cazanului are valori sub cele nominale. Aceste situații s-au întâlnit în următoarele cazuri:

- CT 1 – valorile temperaturii gazelor de ardere sunt ridicate, fiind situate în intervalul $140 \dots 180^\circ\text{C}$, în funcție de încărcarea cazanelor. Randamentele de funcționare în sarcină au totuși valori apropiate de cele nominale ($89\% \dots 91\%$), acest lucru datorându-se în primul rând valorilor mici ale excesului de aer de ardere ($1,05 \dots 1,11$). La fel ca în marja majoritate a centralelor termice de cvartal, valori mai scăzute ale randamentului se înregistrează la funcționarea în sarcină redusă, mai ales în perioada sezonului cald ($\eta = 88,4\% \dots 88,7\%$).
- CT 2 – temperatura gazelor de ardere are valori mai mari la cazanul C2 ($135 \dots 140^\circ\text{C}$), iar excesul de aer înregistrează valori peste cele optime ($1,10 \dots 1,20$) la cazanele C2 și C4 ($\lambda = 1,5 \dots 1,7$), ceea ce determină randamente mai mici la acestea față de cele nominale sau față de celelalte două cazane.
- CT 4 – s-au determinat temperaturi mari ale gazelor de ardere ($185 \dots 195^\circ\text{C}$), în special la cazanele C1 și C3, iar valori peste valorile recomandate ale excesului de aer mai ales la cazanul C2, astfel încât la toate cele 3 cazane valorile randamentului de funcționare în sarcină are valori sub cele nominale ($85,5\% \dots 89,5\%$).
- CT 7 – temperatura gazelor de ardere evacuate la coș are valori foarte ridicate, cuprinse între $170^\circ\text{C} - 210^\circ\text{C}$, ceea ce determină valori mai mici ale randamentelor cazanelor, cuprinse în general între $85\% \dots 89\%$.
- CT 9 – s-au înregistrat valori ale temperaturii gazelor de ardere mai mari în cazul cazanului C3, la care valorile determinate pentru randamentele de funcționare în sarcină sunt situate sub 90% ($87,5\% \dots 89,5\%$).
- CT 10 – cazanele funcționează cu randamente ceva mai mici decât cele nominale ($87\% \dots 90\%$), datorită valorilor ridicate ale temperaturii gazelor de ardere ($150^\circ\text{C} \dots 170^\circ\text{C}$).

- CT 11 – s-au înregistrat valori ale temperaturii gazelor de ardere peste valorile normale la cazanele C2 - Vitomax 2000 ($t_{ga} = 200...225^{\circ}C$) și C4 – Vitoplex 1000 ($t_{ga} = 170...195^{\circ}C$), chiar dacă excesul de aer se situează în general în limite normale. Acest lucru determină valori mai mici ale randamentelor de funcționare în sarcină la cele 2 cazane (85% ... 88%).

Se recomandă reglarea excesului de aer de ardere al cazanelor, acolo unde este cazul, la valorile recomandate pentru arderea gazelor naturale în cazane energetice (1,1 ... 1,2) precum și curățarea periodică a suprafețelor de schimb de căldură, atunci când se constată creșterea în timp a temperaturii gazelor de ardere evacuate la coș (ca efect al înrăutățirii schimbului de căldură din sistemul încălzitor al cazanului, la apariția depunerilor pe suprafețele schimbătorului de căldură).

Unul din aspectele importante legate de exploatarea și funcționarea cazanelor de apă caldă din centralele termice de cvartal este legat de faptul că, față de situațiile inițiale pentru care acestea au fost dimensionate la nivelul anilor 1998 – 2001, sarcinile termice s-au redus semnificativ prin debransarea unui număr mare de consumatori de la rețea, ceea ce a condus la o supra-dimensionare a capacității cazanelor în raport cu sarcinile reale actuale, mai ales în perioada sezonului cald, când trebuie furnizat doar agent termic pentru preparare apă caldă de consum.

Aceasta situație poate fi observată în tabelul de mai jos, unde au fost calculate sarcinile termice orare pentru furnizare apă caldă pentru fiecare CT, comparativ cu puterile instalate ale cazanelor din centrale.

Tab. 7.1. Situația sarcinilor termice actuale ale centralelor de cvartal în raport cu puterile instalate ale cazanelor existente

CT	Energie totală livrată din CT	Energie livrată la consumatori sub formă de apă caldă de consum	Sarcini termice actuale medii în regim de furnizare apă caldă de consum			Puteri instalate ale cazanelor de apă caldă din centralele termice de cvartal	Coeficient de încărcare mediu al cazanului în regim de vară
	Gcal	Gcal	mc/h	Gcal	kW	kW	%
1	1162,8	86,27	4,1	0,16	190	3x2900	6,6%
2	2001,1	209,87	11,0	0,44	513	4x1100	46,6%
3+6	4135,1	550,56	26,1	1,04	1215	3x2900	41,9%
4	2734,9	252,36	12,4	0,49	575	3x2900	19,8%
5	3046,2	581,25	27,6	1,10	1282	2x6000 + 1x2150	59,7%
7	4223,3	514,92	25,2	1,01	1174	3x2900	40,5%
8	479,2	26,99	1,3	0,05	60	3x2900	2,1%
9	2346,5	370,01	17,6	0,70	816	3x2900	28,2%
10	1284,4	206,46	9,8	0,39	456	3x1900	24,0%
11	1245,3	78,76	3,7	0,15	174	2x2000 + 2x1000	17,4%

Așa cum se poate observa, sarcinile termice ale cazanelor în regim de furnizare apă caldă de consum sunt în unele situații mult mai mici decât puterile instalate ale cazanelor din centralele respective, ceea ce generează coeficienți de încărcare ai cazanelor mici, în special la cazanele din CT 1, CT 4, CT 8, CT 9, CT 10 și CT 11. Acest lucru favorizează regimuri de funcționare

neperformante la nivelul cazanelor de apă caldă, prin porniri și opriri repetate ale acestora. *În acest fel se înregistrează perioade tranzitorii lungi necesare aducerii la regimul termic stabilizat al cazanelor și rețelelor de distribuție, perioade în care se consumă cantități suplimentare de gaze naturale față de regimul stabilizat, costurile acestor cantități de energie fiind o componentă nerecuperabilă.*

În același timp, reducerea numărului de consumatori racordați la rețelele C.T-urilor de cvartal a afectat regimul de funcționare al cazanelor și în perioada sezonului de încălzire, unde curba de consum zilnic de căldură pentru încălzire s-a modificat în sensul reducerii consumului mediu de la baza acesteia, consum care în acest moment este semnificativ mai mic față de capacitatea de producție a fiecăruia din cazanelor existente.

De asemenea, aceste regimuri de funcționare produc costuri suplimentare cu energia electrică la nivelul agregatelor de pompare din centralele termice, mai ales în cazul celor care nu sunt comandate prin convertizoare de frecvență (fără turație variabilă), consumurile în regim normal de funcționare al motoarelor asincrone de acționare fiind practic independent de sarcina termică a consumatorilor.

Din acest motiv, se recomandă echiparea pompelor de rețea cu convertizoare de frecvență la centralele care au agregate de pompare fără turație variabilă, fiind astfel realizate economii importante de energie electrică prin reglarea consumului în funcție de debitele de apă caldă instantanee consumate din centrala termică.

În general, investițiile în acest tip de soluție tehnică se recuperează în perioade scurte de timp, având în vedere valorile mari ale economiilor de energie realizate prin reglajul turației motoarelor de acționare al agregatelor de pompare. Acest lucru este ușor de observat din legile afinității, care dau dependența dintre parametrii de funcționare ai pompei (presiunea, debitul, turația motorului și consumul de energie):

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}; \frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2; \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

Din aceste relații se poate vedea că debitul volumetric variază direct proporțional cu turația, în timp ce presiunea variază proporțional cu pătratul turației. Cel mai important aspect legat de economia de energie este dat de consumul de putere activă al motorului de acționare, care este proporțional cu puterea a treia a turației.

Aceasta înseamnă că o reducere sensibilă a turației poate conduce la economii semnificative de energie electrică. În figura 7.1 se poate observa că la 75% din turație se atinge 75% din debit, însă se consumă doar 42% din energia electrică consumată la debit nominal. Dacă debitul se limitează la 50%, se reduce consumul de energie electrică până la aproximativ 12,5%.

Pentru aceste situații se recomandă analiza posibilităților tehnico-economice de montare a unor cazane de apă caldă de capacități mai mici, corespunzător sarcinilor termice actuale în regim de furnizare apă caldă de consum în sezonul cald, precum și echiparea centralelor termice respective cu panouri solare termice pentru preparare apă caldă de consum, montate pe acoperișul

terasă al clădirilor centralelor, astfel încât să poată fi scoase din funcțiune cazanele existente pe durata sezonului cald.

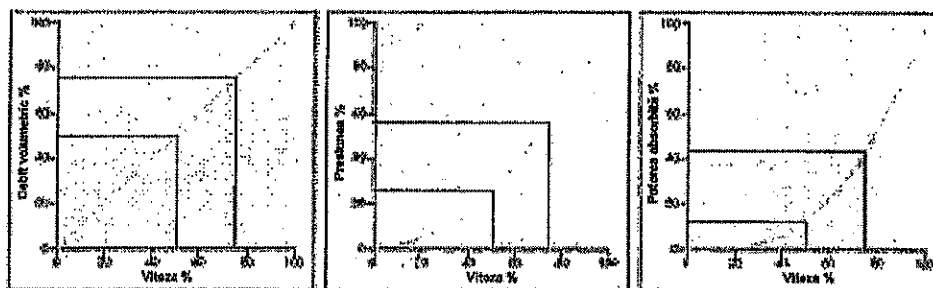


Fig. 7.1. Legile afinității care descriu relația dintre viteza de antrenare (turația motorului) debitul, presiunea și puterea consumată

Avantajele unor echipamente de acest fel, la fel ca în cazul cazanelor de apă caldă de capacitate mai mică propuse pentru baza curbei de consum în regim de iarnă, sau pentru preparare acc în regim de vară, sunt multiple. Pe de o parte, se realizează o îmbunătățire a eficienței de utilizare a combustibilului (gaze naturale) prin creșterea randamentelor medii de funcționare a cazanelor (comparativ cu cele din situația actuală). *În același timp, aceste echipamente permit o relocare ulterioară, în funcție de necesitățile și soluțiile tehnice de care are nevoie regia, pe fondul posibilităților transformări și modificări ale sistemelor pe care aceasta le exploatează.* De exemplu, în cazul în care unele dintre centralele de cvartal își vor pierde în timp marea majoritate a consumatorilor casnici actuali și, implicit, vor fi conservate, unitățile de capacitate mică (cazanele de apă caldă și panourile solare termice) vor putea fi relocate și amplasate direct la consumatorii importanți rămași, care pot fi grupuri de locuințe, instituții (școli, grădinițe, creșe etc.).

Având în vedere cele precizate anterior, s-au sintetizat o serie de măsuri propuse pentru creșterea eficienței energetice pe conturul general al centralelor termice de cvartal, prezentate sintetic în capitolul următor.

Pentru unele dintre acestea se recomandă efectuarea unui studiu de fezabilitate (mai ales în cazul panourilor solare termice), investițiile în surse regenerabile de căldură fiind în general un efort financiar cu recuperare pe perioade mai mari de timp, fără o schemă de cofinanțare asigurată din programe specifice sau din proiecte de investiție în eficiență energetică tip ESCO (Energy Services Company).

În cazul *rețelelor de distribuție a agentului termic*, s-au determinat pierderile tehnologice prin transfer de căldură către mediul ambiant (pierderi termice) și pierderile de agent termic prin scăpări din roșele (pierderi masice), respectiv pierderile totale pe rețelele de distribuție, pentru fiecare rețea de la cele 11 centrale de cvartal care asigură alimentarea cu energie termică în sistem centralizat, respectiv pe conturul general al serviciului public de alimentare cu energie termică.

OBS. Chiar dacă pierderile tehnologice calculate au valori mai mari decât cele reale înregistrate de beneficiar, acest lucru se datorează în general erorilor de înregistrare de la nivelul contorilor de energie termică de la ieșirea din centrală (la unele CT-uri) și, implicit, a unor valori eronate ale cantităților de căldură livrate în rețelele de distribuție, având în vedere faptul că pierderile reale se

determină prin diferență între căldura livrată din CT în rețeaua de distribuție și suma cantităților de căldură livrate la consumatori (facturate pe baza contorilor de energie termică de scară/bloc).

Cu toate acestea, pot fi recomandate unele soluții de reducere a pierderilor pe rețelele de distribuție, la nivelul conturului general al CT-urilor de cvartal și rețelelor de distribuție, prin eliminarea unor tronsoane de rețea la care au rămas foarte puțini consumatori racordați.

De exemplu, în cazul centralei de cvartal CT 10, singurii consumatori racordați sunt consumatori casnici (apartamente) din grupul de blocuri G1 – G6 (parțial), Grădinița nr. 2 și Creșa nr. 1. Această situație generează pierderi atât în CT 10, prin regimul de funcționare la sarcină redusă al cazanelor, cât și pierderi pe rețeaua de distribuție a centralei. Având în vedere amplasarea în teren a grupului de consumatori rămași (distanța față de CT 10, respectiv față de CT 6 este aproximativ aceeași), se recomandă transferarea consumatorilor de la CT 10 la CT 6 prin racordarea acestora la rețelele de distribuție ale CT 6 (bineînțeles, cu modificarea corespunzătoare a secțiunilor tronsoanelor rețelei pe ramura respectivă). În acest fel, se elimină pierderile actuale de energie termică înregistrate pe rețelele de distribuție din CT 10 și se realizează o îmbunătățire a eficienței energetice de producere la nivelul CT 6 prin creșterea sarcinii termice a acestei centrale.

7.2. Analiza bilanțului energetic real pe conturul sectorului transporturi

Așa cum s-a prezentat în cadrul bilanțului energetic real, consumurile de combustibili ale autovehiculelor de transport din cadrul parcului auto al regiei sunt diferite și depind de o serie întreagă de factori, cum ar fi:

- tipul autovehiculului, puterea motorului și masa acestuia;
- vechimea autovehiculului, cele noi având în general consumuri specifice mai bune;
- ruta pe care acesta circulă, fiind înregistrate diferențe între autovehiculele care circulă pe traseo cu diferență de altitudine între punctul de plecare și cel de sosire, față de celelalte.
- gradul de încărcare, acesta fiind unul din factorii determinanți în ceea ce privește consumul mediu / 100 km realizat de autovehicul (nr. de călători în cazul autobuzelor);
- maniera de conducere a șoferilor etc.

Se observă că aproape toate autobuzele destinate transportului public de călători au o vechime de peste 20 de ani, ceea ce recomandă înlocuirea acestora cu autobuze de generație nouă, cu nivel de confort și consum specific de combustibil superioare.

În general, măsurile de înlocuire a parcului auto rulant al unui operator de transport public de călători produc avantaje multiple și nu trebuie evaluate doar din puncte de vedere al economiilor de energie sau de combustibili realizate, la fel ca în cazul altor servicii furnizate. Beneficiile sunt de mai multe categorii, de la nivelul de confort oferit în mijloacele de transport (ca argument pentru creșterea nivelului de încredere în serviciile de transport public și, implicit, a gradului de utilizare a acestuia de către populație), până la elemente de impact asupra mediului și de economii financiare realizate prin reducerea cheltuielilor de întreținere și mentenanță a parcului auto.

CAP. 8. PLAN DE MĂSURI DE EFICIENȚĂ ENERGETICĂ

Pornind de la concluziile și observațiile prezentate în capitolul anterior, se întocmește planul de măsuri de eficiență energetică propuse, prezentat sub formă de tabel după macheta din *Ghidul de elaborare și analiză a bilanșurilor energetice* (tab. 8.1), în care sunt precizate măsurile de eficiență energetică propuse în urma analizei bilanșului real și recomandate de auditor, precum și economiile de energie realizate prin aplicarea acestora. De asemenea, se pot calcula perioadele simple de recuperare a investițiilor (PSR) necesare implementării acestora. Perioada simplă de recuperare pentru o investiție se calculează cu o relație de forma:

$$PSR = I/R$$

în care:

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

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

Tab. 8.1. Plan de măsuri de eficiență energetică

CT	Măsuri de eficiență energetică propuse	Economii anuale de energie (R)		Costuri de investiție estimate (I) ¹⁾	PSR (I/R)
		tep	mii lei	mii lei	ani
1	Achiziția și montarea a 10 panouri solare pentru preparare ACC	4,5	8,1	35	4,34
	Achiziția și montarea unui cazan de apă caldă de 100 - 200 kW	5,5	9,9	45,5	4,62
2	Achiziția și montarea a 20 panouri solare pentru preparare ACC	9,0	16,1	70	4,34
	Montarea de convertizoare de frecvență pentru pompe de circulație agent termic și preparare ACM (3 buc)	1,1	6,3	7,9	1,25
	Montare pompă dublă recirculare pentru preparare ACC 2 x 4 kW ²⁾				
4	Achiziția și montarea a 30 panouri solare pentru preparare ACC	13,5	24,2	105,0	4,34
	Achiziția și montarea unui cazan de apă caldă de 200 - 300 kW	7,5	13,4	62,4	4,64
	Montare pompă dublă recirculare 2 x 4 kW pentru ramurile 2 și 3 încălzire (2 buc) ²⁾				
	Înlocuire schimbător de caldură existent cu schimbător cu plăci demontabile	2,5	5,0	8,5	1,71
	Montarea de convertizoare de frecvență pentru pompe de circulație agent termic și preparare ACM (3 buc)	1,4	8,3	9,4	1,13



5	Achiziția și montarea a 30 panouri solare pentru preparare ACC	13,5	24,2	105,0	4,34
6	Achiziția și montarea a 30 panouri solare pentru preparare ACC	13,5	24,2	105,0	4,34
	Achiziția și montarea unui cazan de apă caldă de 400 - 700 kW	11,5	20,6	84,5	4,10
7	Achiziția și montarea a 30 panouri solare pentru preparare ACC	13,5	24,2	105	4,34
	Inlocuirea schimbatoarelor de caldura existente cu schimbatoare cu placi demontabile (2 buc)	4,5	9,0	17,5	1,95
	Achiziția și montarea unui cazan de apă caldă de 400 - 700 kW	12,0	21,5	84,5	3,93
	Montarea de convertizoare de frecvență pentru pompele de circulație agent termic și preparare ACM (6 buc)	2,3	13,1	15,8	1,21
8	Montare pompă dublă recirculare pentru preparare ACC 2 x 3 kW (1 buc) ²⁾				
	Achiziția și montarea unui cazan de apă caldă de 400 - 700 kW	6,5	11,6	84,5	7,26
	Montarea de convertizoare de frecvență pentru pompele de circulație agent termic (2 buc)	0,5	3,0	5,3	1,74
9	Achiziția și montarea a 30 panouri solare pentru preparare ACC	13,5	24,2	105	4,34
	Achiziția și montarea unui cazan de apă caldă de 400 - 700 kW	8,5	15,2	84,5	5,55
	Inlocuirea schimbatoarelor de caldura existente cu schimbatoare cu placi demontabile (2 buc)	2,8	5,6	17,5	3,14
	Montarea de convertizoare de frecvență pentru pompele de circulație agent termic și preparare ACM (5 buc)	1,3	7,4	13,2	1,78
10	Racordarea grupului de blocuri G1 - G6 , Grădinița nr. 2 și Creșa nr. 1 la CT 6 și trecerea în conservare a CT 10	8,5	15,1	43,5	2,87
11	Achiziția și montarea a 20 panouri solare pentru preparare ACC	4,0	7,2	70	9,77
	Achiziția și montarea unui cazan de apă caldă de 200 - 400 kW	6,2	11,1	65	5,85
12	Instalarea unei stații de tratare a apei de 2mc/h și a unui rezervor de apă de adaos de 4 mc ³⁾		4,5	5	1,11
	Inlocuirea coșului de fum deteriorat ²⁾				
	Conectarea la dispecer a CT 12 ²⁾				
Total energie electrica		77,8 [MWh]	38,1	51,6	1,35
Total gaze naturale		1871,5 [MWh]	290,4	1297,9	4,47
TOTAL		1949,3 [MWh]	328,5	1349,5	5,8

¹⁾ inclusiv cheltuieli de C+M (20% ... 30% din valoarea echipamentelor)

²⁾ măsuri pentru creșterea calității serviciilor furnizate de operator sau impuse de reglementări specifice

³⁾ eficiență economică rezultată prin reducerea cheltuielilor de mentenanță

CAP. 9. BILANȚUL ENERGETIC OPTIMIZAT

Bilanțul energetic optimizat se obține corectând bilanțul real cu efectele măsurilor de eficiență energetică stabilite, respectiv cu valorile economiilor de energie realizabile prin aplicarea acestora. Se mențin constante cantitățile de energie utile și se reduce pierderile corespunzător economiilor de energie realizate pe fiecare subcontur în parte.

Tab. 4.1. Bilanțul anual optimizat pe conturul centrale termice de cvartal + rețele de distribuție

Marimea	UM	Valoare	%
Consum combustibil	mc	3080467	
Căldură rezultată din arderea combustibilului	Gcal	25105,8	100,0
Pierderi de căldură cu gazele de ardere	Gcal	1830,0	7,29
Pierderi de căldură prin pereții cazanelor	Gcal	75,0	0,30
Căldură livrată din CT în rețelele de distribuție	Gcal	23200,8	100,0
Pierderi totale pe rețelele de distribuție, din care:	Gcal	2000,3	8,62
Pierderi de căldură prin transfer pe rețelele de distribuție	Gcal	1469,0	6,33
Pierderi masice pe rețelele de distribuție	Gcal	531,2	2,29
Căldură utilă livrată la consumatori, din care:	Gcal	21200,5	91,38
Căldură livrată pentru încălzire	Gcal	18323,0	78,98
Căldură livrată sub formă de acc	Gcal	2877,5	12,40

Pentru conturul de consum de energie electrică, prin aplicarea măsurilor de eficiență energetică propuse se obține o economie anuală de energie electrică calculată de cca 77,8 MWh (8,6%) față de consumul actual (2015) înregistrat de beneficiar (907795 MWh). Astfel, aplicând bilanțului electroenergetic real economiile de energie electrică obținute prin măsurile de eficiență energetică prezentate în capitolul 8, se obțin următoarele valori pentru bilanțul optimizat:

CT	Bilanț real	Economie de energie		Bilanț optimizat
	kWh	kWh	%	kWh
CT 1	57553			
CT 2	86103	12915	15,0	44638
CT 3+6	116133			
CT 4	112287	16845	15,0	99288
CT 5	141556			
CT 7	134797	26690	19,8	114866
CT 8	41201	6180	15,0	128617
CT 9	100949	15150	15,0	26051
CT 10	42998			
CT 11	68050			
CT 12	6168			
TOTAL CT-uri	907795	77780,4	8,6	413459,6

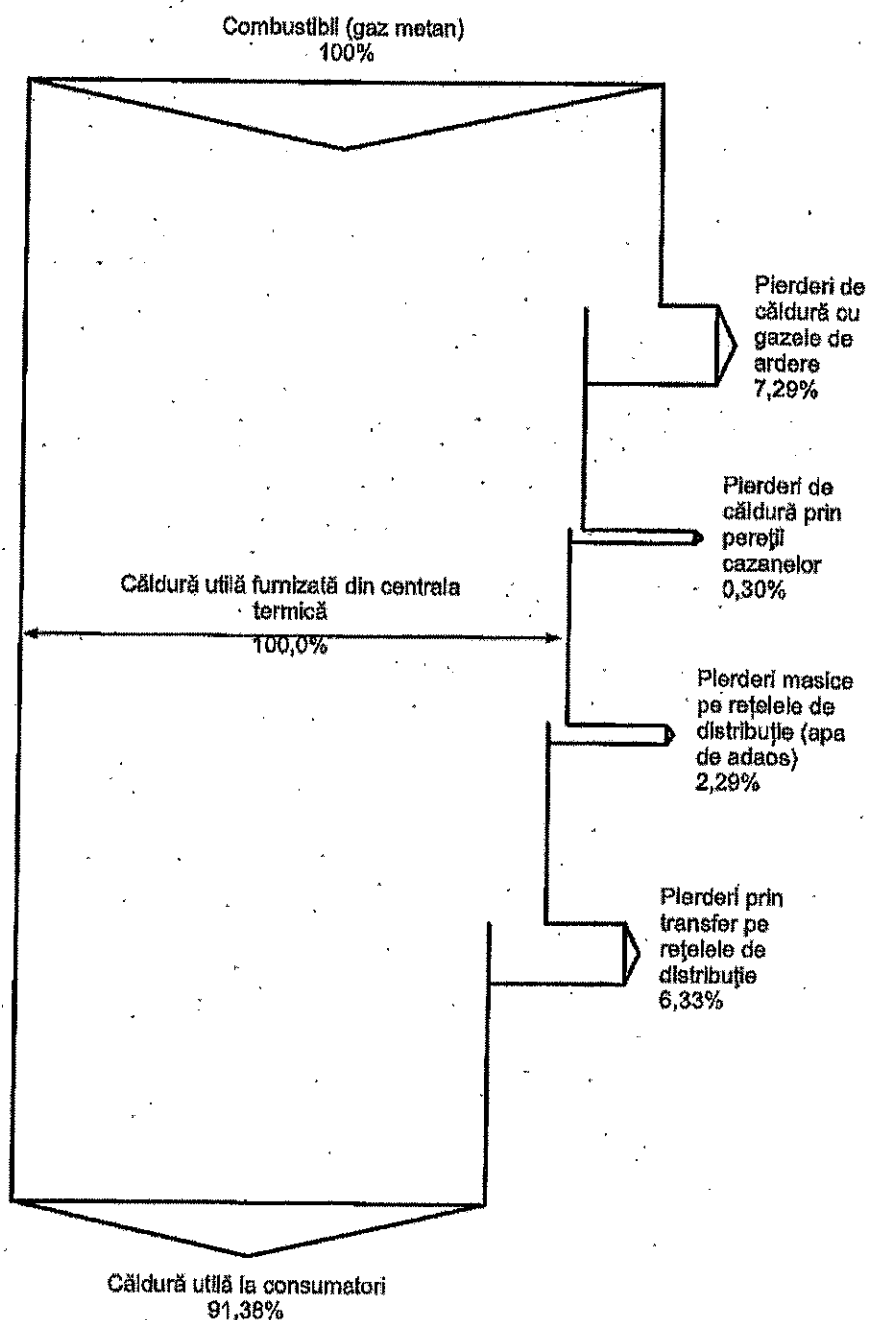


Fig. 4.119. Diagrama Sankey a bilanțului termocenergetic real optimizat pe conturul CT-uri + rețele de distribuție

CAP. 10. EVALUAREA IMPACTULUI ASUPRA MEDIULUI

10.1. Considerații generale

Principalele emisii de poluanți evacuate la coșurile de fum ale cazanelor energetice sunt emisiile de SO_2 și NO_x (cu efecte sinergice la scară regională), emisiile de pulberi – cenușă zburătoare (cu efecte la scară locală) și emisiile de CO_2 (cu efecte la scară globală).

Determinarea corectă a emisiilor de poluanți se realizează pe baza măsurătorilor efectuate cu aparatură specializată. În situația în care nu se dispune de această aparatură, pentru post-evaluări pe diferite perioade de timp, inclusiv pentru întocmirea inventarelor și a rapoartelor statistice, pentru verificări ale încadrării în norme, precum și pentru elaborarea unor prognoze, evaluarea emisiilor se face conform *"Metodologiei de evaluare operativă a emisiilor de SO_2 , NO_x , pulberi (cenușă zburătoare) și CO_2 din centralele termice și termoelectrice"*, indicativ PE – 1001/1994. Metodologia poate fi aplicată și de alte unități interesate care nu dispun de metodologii proprii, fiind în concordanță cu metoda CORINAIR folosită în prezent în țările membre ale Uniunii Europene. Metoda se bazează pe utilizarea factorilor de emisie.

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

$$E = B \cdot Q_i \cdot \epsilon$$

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 calorifică 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.

10.2. Calculul emisiilor pe tipuri de poluant

În cazul instalațiilor din administrarea RAGCL Pașcani, respectiv cazane energetice cu funcționare pe combustibil gazos – gaze naturale, emisiile de SO_2 și particule (pulberi) sunt zero, singurii poluanți atmosferici pentru care s-au determinat cantitățile anuale evacuate în atmosferă fiind NO_x și CO_2 .

10.2.1 Emisiile de oxizi de azot (NO_x)

Factorul de emisie s-a determinat prin metoda EMEP CORINAIR (*CORe INventory of AIR emissions*) pentru cazane energetice de putere mai mică de 50 MW_t echipate cu arzătoare tip LowNox la valoarea de:

$$\epsilon_{\text{NO}_x}^{\text{CH}_4} = 50 \text{ g/GJ}$$

Eficiența energetică obținută prin măsurile prezentate în cap. 8 se regăsește în economii de energie atât la nivelul energiei primare consumate (combustibil), prin reducerea consumului de gaze naturale la cazanele din centralele termice de cvartal, cât și la nivelul energiei electrice consumate de agregatele de pompare din centralele de cvartal.

Cunoscând factorul de emisie E_{NO_x} și cantitatea de gaze naturale B economisită (1871,5 MWh = 197484,7 Nmc), rezultă o reducere a emisiilor de NO_x evacuate anual în atmosferă, aferentă economiei de combustibil, în valoare de:

$$E_{NO_x} = B \cdot Q_1 \cdot \varepsilon = 197484,7 \text{ Nmc} \cdot 8150 \text{ kcal/Nmc} \cdot 4,1868 \text{ kJ} \cdot 10^{-6} \cdot 50 \text{ g/GJ} = 336932,73 \text{ g} = 0,337 \text{ t}$$

10.2.2 Emisiile de dioxid de carbon (CO_2)

Factorul de emisie pentru CO_2 asociat arderii gazelor naturale s-a stabilit prin metoda EMEP CORINAIR la valoarea:

$$\varepsilon_{CO_2}^{CH_4} = 57000 \text{ g/GJ}$$

Cunoscând economia de combustibil B , prezentată anterior, se determină reducerea emisiilor de CO_2 aferentă economiei de gaze naturale realizată anual prin aplicarea măsurilor de eficiență energetică:

$$E_{CO_2} = B \cdot Q_1 \cdot \varepsilon = 197484,7 \text{ Nmc} \cdot 8150 \text{ kcal/Nmc} \cdot 4,1868 \text{ kJ} \cdot 10^{-6} \cdot 57000 \text{ g/GJ} = 384103312,2 \text{ g} = 384,1 \text{ t}$$

Evaluarea impactului asupra mediului corespunzător economiilor de energie electrică realizate se determină pentru economia de energie electrică anuală realizată (77,8 MWh), pornind de la factorul de emisie de CO_2 în atmosferă pentru energia electrică la nivel național.

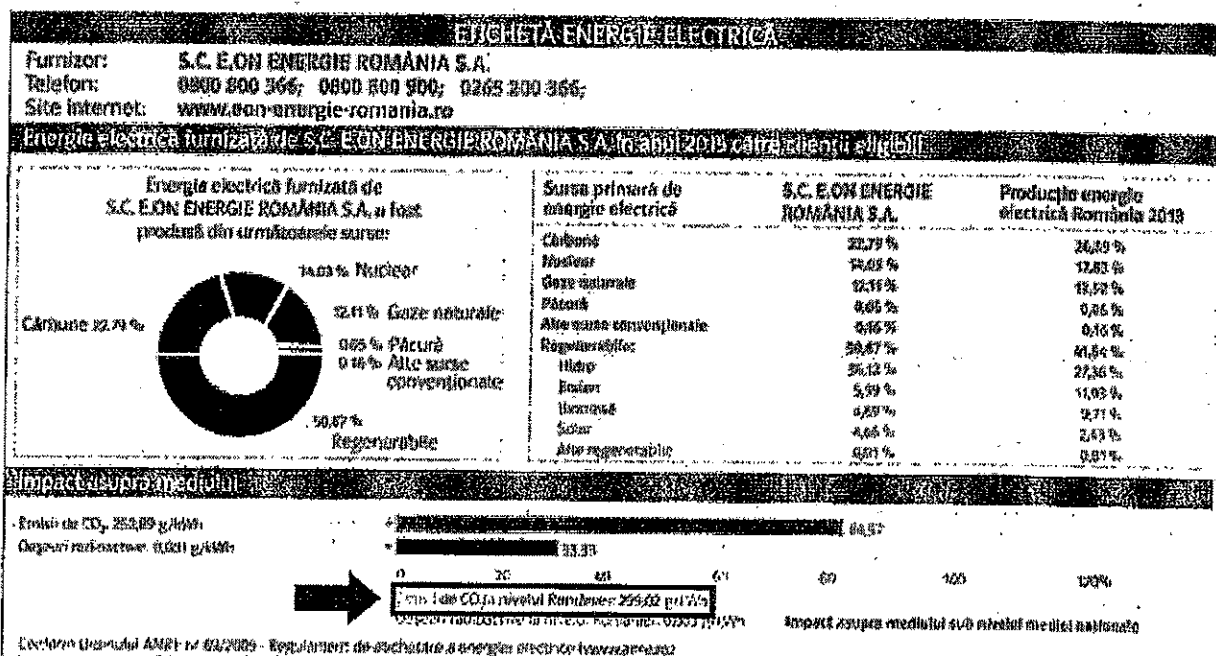


Fig. 10.1 Eticheta de energie electrică (E.ON Energie Romania) cu precizarea factorului de emisie pentru CO_2 la nivel național (2015)

Potrivit Raportului privind rezultatele monitorizării pieței de energie electrică pe anul trecut, publicat pe site-ul ANRE, în anul 2015 coeficientul de emisie mediu la nivel național pentru energia electrică a fost de 299,02 gCO₂/kWh (fig. 10.1).

Rezultă o reducere a emisiilor anuale de CO₂, corespunzător economiilor de energie realizate, de:

$$E_{CO_2} = E \cdot e = 77780,4 \text{ kWh} \times 299,02 \text{ g/kWh} = 23257895,2 \text{ g} = 23,26 \text{ t}$$

Rezultă o reducere anuală a emisiilor de CO₂ corespunzătoare măsurilor de eficiență energetică propuse de:

$$E_{CO_2} = 384,1 + 23,26 = 407,36 \text{ t}$$