

MODELAREA REGIMURILOR HIDRAULICE DE FUNCȚIONARE A SISTEMULUI DE ALIMENTARE CENTRALIZATĂ CU ENERGIE TERMICĂ DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

Vasile LEU¹
Andrei VÎRLAN¹

¹ Societatea pe Acțiuni „TERMOELECTRICA”, or. Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Andrei VÎRLAN, virlan@termoelectrica.md

Rezumat. Dezvoltarea economică și socială a comunităților, trebuie bazată pe sporirea confortului și calității vieții a cetățeanului de rând, asigurarea unui mediu ambiant curat și favorabil sănătății umane.

Un aspect deosebit de important este asigurarea continue cu energie electrică și termică a localităților în perioada de tranzit - de la utilizarea combustibililor fosili la sisteme energetice total regenerabile. Chiar dacă în ultimele decenii Statele dezvoltate au renunțat, practic în întregime, la utilizarea combustibililor cu rang sporit de poluare a mediului ambiant și au pus accent pe utilizarea gazelor naturale, problema impactului civilizației asupra naturii continuă să fie una din cele mai actuale.

Creșterea populației în zonele urbane presupune extinderea în continuare a sistemelor de alimentare centralizată cu energie termică, impune implementarea măsurilor de economisire a resurselor energetice, modernizarea surselor de termoficare prin implementarea cogenerării și sporirea eficienței lor.

Pe prim plan, în perioada "de tranzit", este optimizarea distribuției producției de căldură între sursele ce funcționează în regim de cogenerare și centralele termice dotate cu CAF, introducerea sistemelor de control automatizat la stațiile de pompare, cât și pentru punctele termice centrale sau individuale, instalate nemijlocit la branșamentul consumatorului.

Majoritatea sistemelor de alimentare centralizată cu energie termică au fost concepute și dezvoltate în conformitate cu unele reguli, la prima vedere excesive, pentru domeniul dat, cum ar fi:

1. Inelarea tronsoanelor rețelelor termice primare în zonele urbane cu sarcini termice considerabile;
2. Rezervarea de putere la sursele de termoficare;
3. Implementarea liniilor de interconexiune între circuitele de termoficare separate.

Conformarea cu regulile respective, în cazul operării cu un SACET extins, nu garantează un rezultat care poate fi dorit sau așteptat în vederea "încărcării" unor surse ce funcționează în regim de producere combinată a energiei termice/electrice și, respectiv, "descărcării" surselor de energie termică dotate doar cu generatoare de căldură, utilizând infrastructura existentă a rețelelor termice și menținând regimul hidraulic minim necesar la consumatorii de energie termică din zonele periferice.

Anume problema asigurării presiunilor disponibile minim necesare pentru asigurarea debitelor de agent termic la consumatori impune implementarea Sistemelor Geo-informaționale care, de fapt, sunt și baze de date sistematizate în format digital, fiind la baza modelării regimurilor hidraulice.

La baza articolului sunt descrise regimurile hidraulice elaborate și implementate în SACET or. Chișinău, prezentate aspectele de sporire a eficienței funcționării CET prin sporirea zonelor de acțiune, cât și măsurile primordiale ce urmează a fi implementate în perioada 2022 - 2025.

În final toate eforturile au fost direcționate spre eficientizarea proceselor tehnologice cum ar fi:

1. *Diminuarea consumului de gaze naturale la centrale termice dotate cu CAF cu cca 3 mil. m³/an;*
2. *Reducerea pierderilor de energie termică prin stratul izolant al conductelor cu peste 40 mii. Gcal/an. Echivalent cu cca 5 mil. m³/an;*
3. *Sporirea livrărilor de energie electrică în rețeaua națională cu peste 8 mil. kWh/an;*
4. *Diminuarea pierderilor de agent termic prin scurgeri cu cca 300 mii m³/an, echivalent la 12 mii Gcal/an.*

Cuvinte cheie: *convertizoare, agent termic, eficiență, stații de pompare.*

Introducere

S.A. „TERMOELECTRICA” – unicul operator al sistemului de alimentare centralizată cu energie termică (SACET) din or. Chișinău, activitatea de bază a căruia este producerea energiei electrice, cât și producerea, transportarea și distribuția energiei termice consumatorilor.

1. Sursele de energie termică din SACET Chișinău:

CET Sursa-1:

Puterea termică nominală - 1200 Gcal/h,
Puterea termică disponibilă - 600 Gcal/h,
Debitul maxim al agentului termic - 16000 m³/h.

CET Sursa-2:

Puterea termică nominală - 394 Gcal/h,
Puterea termică disponibilă - 100 Gcal/h,
Debitul agentului termic - 4000 t/h.

CT-Vest:

Puterea termică nominală - 400 Gcal/h,
Puterea termică disponibilă - 300 Gcal/h,
Debitul maxim al agentului termic - 5000 t/h.

CT-Sud:

Puterea termică nominală - 310 Gcal/h,
Puterea termică disponibilă - 180 Gcal/h,
Debitul maxim al agentului termic - 2500 t/h.

Sarcina termică totală de calcul a consumatorilor racordați la SACET constituie: 1066 Gcal/h la temperatura de -16⁰C, de facto demonstrând un exces de putere la instalațiile de producere a energiei termice cu peste 100 Gcal/h. Important e să fie remarcat faptul că, datorită implementării măsurilor minime de eficiență energetică la consumatorii energiei termice (schimbarea geamurilor învechite, anveloparea parțială a pereților exteriori cu izolație termică și monitorizarea consumurilor de energie termică la contoarele de evidență, instalate la 100% racorduri termice) sarcina termică reală în februarie 2012, cu temperatura medie a aerului exterior de -7,6 °C, a fost de 630 Gcal/h (cu 400 Gcal/h mai mică de sarcina termică totală a consumatorilor și cu 500 Gcal/h mai mică de sarcina termică disponibilă la sursele de termoficare). Debitul real al agentului termic fiind identic cu cel de calcul în valoare de 21 000 m³/h.

Stații de pompare

Funcționalitatea SACET or. Chișinău, din motivul unei diferențe considerabile dintre cotele de nivel care depășesc valoarea de 200 m, nu poate fi asigurată fără includerea în proces a unui șir de stații de pompare cu capacitatea totală de pompare de cca. 30 000 m³/h. Din 16 SP, pe conducta retur sunt instalate 6 stații de pompare, iar 1 (SP-21 dotată cu 3 rezervoare cu capacitatea totală de 3000 m³) servește drept nod de supliment, cu o capacitate de până la 200 m³/h de apă tratată sau receptor a agentului termic, evacuat prin clapetele de siguranță, în situații de dereglare a regimului hidraulic în SACET Chișinău, Tab. 1.

Stabilitatea regimului hidraulic, în special menținerea parametrilor de presiune P1 și P2, este condiția de bază în funcționarea fiabilă a unui SACET. Nu este excepție și SACET

Chișinău, instalațiile de pompare la Sursa-1, CT Vest și stațiile de pompare din cadrul căruia integral sunt dotate cu convertizoare de frecvență ce permit menținerea presiunii în conducta tur, indiferent de diminuarea sau majorarea debitului de agent termic și asigură o reducere a consumului de energie electrică de la 15% până la 40% (Fig. 1, Fig. 2).

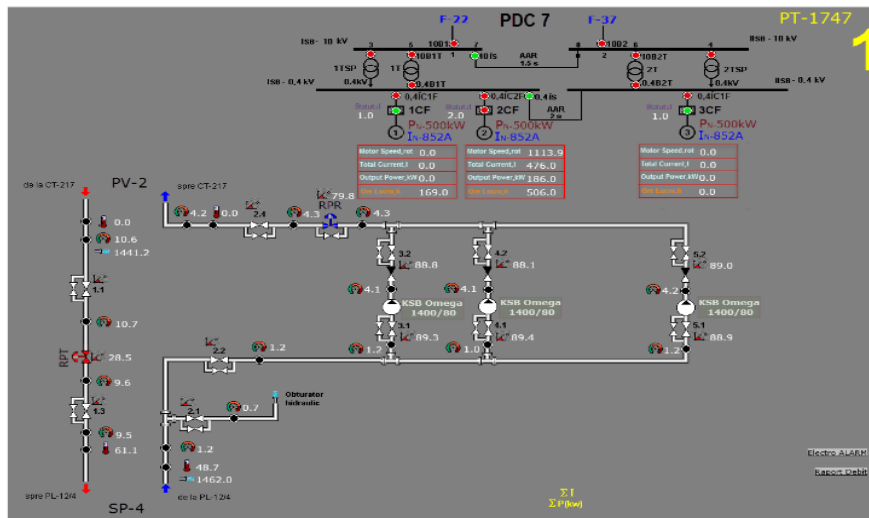


Figura 1. SP-1 funcționează cu o pompă de rețea cu convertizor de frecvență

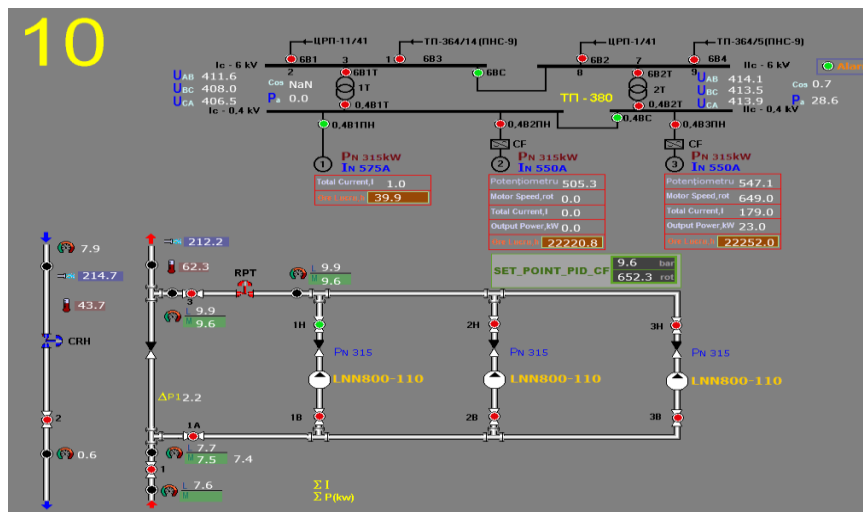


Figura 2. SP-10 funcționează cu o pompă de rețea cu convertizor de frecvență

Tabel 1. Caracteristicile utilajului de bază al stațiilor de pompare din SACET Chișinău

Nr	Stație de Pompare	Pompe			
		Marca	Unități	Capacitate (m ³ /h)	Înălțime de pompare (m.c.a)
1	SP-1	KSB-1400/80	3	1400	80
2	SP-8	KSB-2750/70	3	2750	70
3	SP-12	KSB-2000/70	3	2000	60
4	SP-13	KSB-2750/50	3	2750	50
5	SP-21	6HK9-1	1	120	65
		K90/85	1	90	85
6	SP-18	ME-200-500	3	500	74.9

Nr	Stație de Pompare	Pompe			
		Marca	Unități	Capacitate (m ³ /h)	Înălțime de pompare (m.c.a)
7	SP-19	MEN-125-100 -250L	3	320	74.9
8	SP-2	ME-200-500	2	500	75
9	SP-6	KSB-790/65 LNN-800/55	2 1	790 800	65 55
10	SP-15	10CД-6	3	480	70
11	SP-4	KSB-1750/70 LNN-800/70	2 2	1750 800	70 70
12	SP-5	KSB-1200/70 CЭ-800-100	2 1	1200 800	70 100
13	SP-7	250LNN-600	3	800	110
14	SP-14	200LNN-600 CЭ-800-100	3 1	800 800	107 100
15	SP-22	KSB-700/50	2	700	50
16	SP-3	CЭ-800-55	3	500	48
17	SP-9	250 LNN-600	3	800	110
18	SP-10	250 LNN-600	3	800	110

Consumul real de energie electrică, în septembrie 2022, a motoarelor dotate cu convertizoare de frecvență:

SP-1 Pnom - 500 kW, Preal - 186 kW la G - 1420m³/h;

SP-10 Pnom - 315 kW, Preal - 24 kW la G - 212 m³/h.

Regimul hidraulic de bază în SACET or. Chișinău

În perioada de iarnă or. Chișinău, convențional, este divizat în 3 circuite de termoficare care sunt asigurate cu energie termică de la 3 Surse:

1. Circuitul CET Sursa-1 și Sursa-2 – Centrul istoric, sec. Râșcani, sec. Botanica, sec. Ciocana (Q=75%);
2. Circuitul CT Vest - sectorul Buiucani (Q=15%);
3. Circuitul CT Sud - sectorul Telecentru (Q=10%).

În regimul „clasic” în perioada rece a anului fiecare circuit de termoficare este separat de celelalte circuite, utilizând stațiile de pompare doar în cadrul zonelor respective, fără careva posibilități de interconexiuni sau funcționare “în paralel” pentru grupuri de consumatori aflați în apropierea hotarelor de delimitare între sursele de energie termică.

Debitele agentului termic sunt constante cca. 19 000 m³/h, înregistrând devieri minore dimineața și seara, odată cu sporirea cererii de către consumatori la apă caldă menajeră.

Varianta respectivă de funcționare a SACET, în condițiile majorării continue a prețurilor la combustibilul gazos, nu admitea majorarea livrărilor de energie termică, produsă în cogenerare la CET Sursa-1 și Sursa-2 în circuitele de termoficare CT Vest și CT Sud, deși era o necesitate stringentă de a menține tariful la energie termică livrată consumatorilor.

Elaborarea regimurilor hidraulice „neconforme” și determinarea priorităților în reconstrucția infrastructurii SACET Chișinău

În anii 2010 - 2011 odată cu majorarea prețului de livrare a gazelor naturale pentru Republica Moldova, de la 323 USD la 437 USD, SACET or. Chișinău s-a confruntat cu o serie

de provocări care categoric impuneau necesitatea elaborării unor regimuri hidraulice, la prima vedere irealizabile, după cum urmează:

1. Extinderea zonei de acoperire a Circuitului Unic de termoficare în zona CT Vest în perioada de iarnă. Ca obiectiv fiind volumul de 15 000 Gcal de energie termică produsă în regim de cogenerare și livrată consumatorilor din sectorul Buiucani.
2. Extinderea zonei de acoperire a Circuitului Unic de termoficare în zona CT Sud în perioada de iarnă. Ca obiectiv fiind volumul de 4 000 Gcal de energie termică produsă în regim de cogenerare și livrată consumatorilor din sectorul Telecentru.
3. Retragera în rezervă a Sursei CET-1 și preluarea de la CET-2 (Sursa-1) a unui volum suplimentar de energie termică în cantitate de 180 000 Gcal/an.

Toate 3 regimuri hidraulice propuse spre implementare, pe lângă neadmiterea majorării considerabile a tarifului pentru energia termică furnizată, au avut ca scop majorarea producerii energiei electrice la CET-2 (Sursa-1) în volum de peste 90 mil. kWh/an, sporind considerabil securitatea energetică țării.

Luând în considerație faptul flotării temperaturii aerului exterior în perioada rece a anului de la +5°C până la -11°C, respectiv modificarea sarcinii termice totale între 300 Gcal/h și 600 Gcal/h a fost primită decizia de a renunța, în cadrul SACET or. Chișinău, de metoda „calitativă” de termoficare și implementarea metodei mixte „calitativ/cantitativă”. Avantajele noului regim hidraulic, asigurat de stațiile de pompare dotate cu convertizoare de frecvență, cât și implementarea PTI în zonele vulnerabile din punct de vedere hidraulic, constau nu doar în varierea debitelor agentului termic în diapazonul de la 16 000 m³/h până la 21 000 m³/h, diminuarea temperaturii T1 a agentului termic cu 3-7°C față de graficul de temperaturi aprobat, dar și sporirea satisfacției consumatorului care poate rațional regla consumul de energie termică, fie prin solicitarea de programare a PTI, fie prin majorarea sau diminuarea debitelor de agent termic la branșament.

În Fig. 3, este indicat numărul de zile în sezonul de încălzire cu temperaturi medii mai mari de 3°C care de facto constituie peste 25% din perioada rece a anului, în care necesarul de energie termică este sub 40% de la sarcina de calcul. Anume în zilele respective debitul total al agentului termic este în limitele 16 000-17 000 m³/h, ceea ce, la utilizarea convertizoarelor de frecvență, permite diminuarea consumului anual de energie electrică de la 22-23 mil. kWh/an la 17-19 mil. kWh/an.

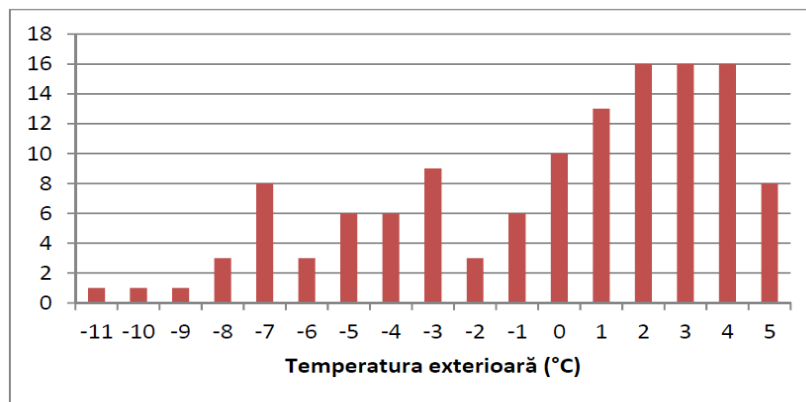


Figura 3. Numărul de zile cu temperatura aerului exterior

În același moment, utilizarea unui grafic de temperaturi redus cu 3-7 °C în conducte tur permite diminuarea pierderilor de energie termică prin stratul izolant al rețelelor termice de la 355 mii Gcal/an în anul 2011 până la 285 mii Gcal/an în anul 2020. La prețurile actuale efectul economic fiind de cel puțin 50 mil. lei/an.

Modelările inițiale ale regimurilor „neconforme” cât pentru circuitul CT Sud, atât și pentru circuitul CT Vest au demonstrat imposibilitatea preluării sarcinii termice ale circuitelor respective la Sursele ce funcționează în regim de cogenerare, fiind determinată lipsa capacității

de tranzit ale tronsoanelor rețelelor primare și imposibilitatea racordării consumatorilor cu schema „dependentă” la rețelele din zonele inferioare din motivul presiunilor mai mari de 7 bari în conductele retur.

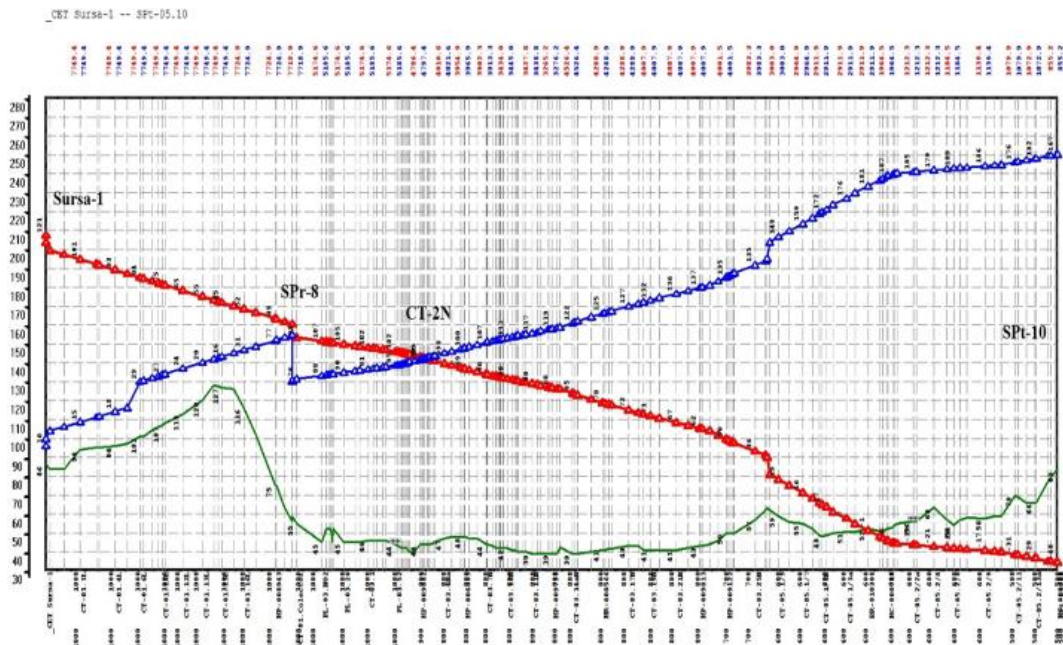


Figura 4. Diagrama de presiuni CT Vest de la CET-2

Fig. 4 și Fig. 5 - obținute prin modelarea regimurilor hidraulice, cu certitudine au demonstrat că preluarea parțială, în volum de 25-30%, a debitelor de agent termic pentru alimentarea calitativă cu energie termică a consumatorilor din zonele respective, cu presiuni în retur care eventual pot depăși 7 bari, este posibilă în cazul implementării PTI cu scheme independente de racordare la rețelele primare.

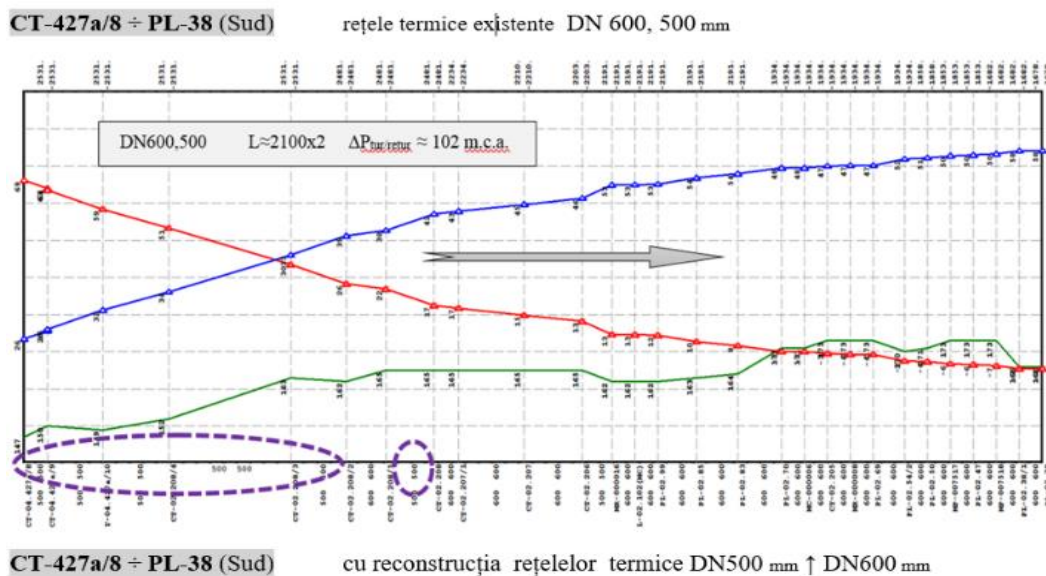


Figura 5. Diagrama de presiuni CT Sud de la CET-2 prin SP-5

Chiar și investițiile majore, în valoare de peste 250 mil. lei nu puteau asigura presiuni disponibile minim necesare pentru consumatorii din circuitele date, cu ar fi :

1. Majorarea diametrului rețelelor primare în perimetrul str. Ismail, str. Albișoara, str. Mihai Viteazul, de la DN800 la DN900, pe o porțiune de cca. 3000 x 2 m. (Fig. 6).

2. Majorarea diametrului rețelelor primare în perimetrul str. Mihai Viteazul, str. Mitropolit Dosoftei, de la DN 600 la DN800, pe o porțiune de cca. 1200 x 2 m. (Fig. 6).

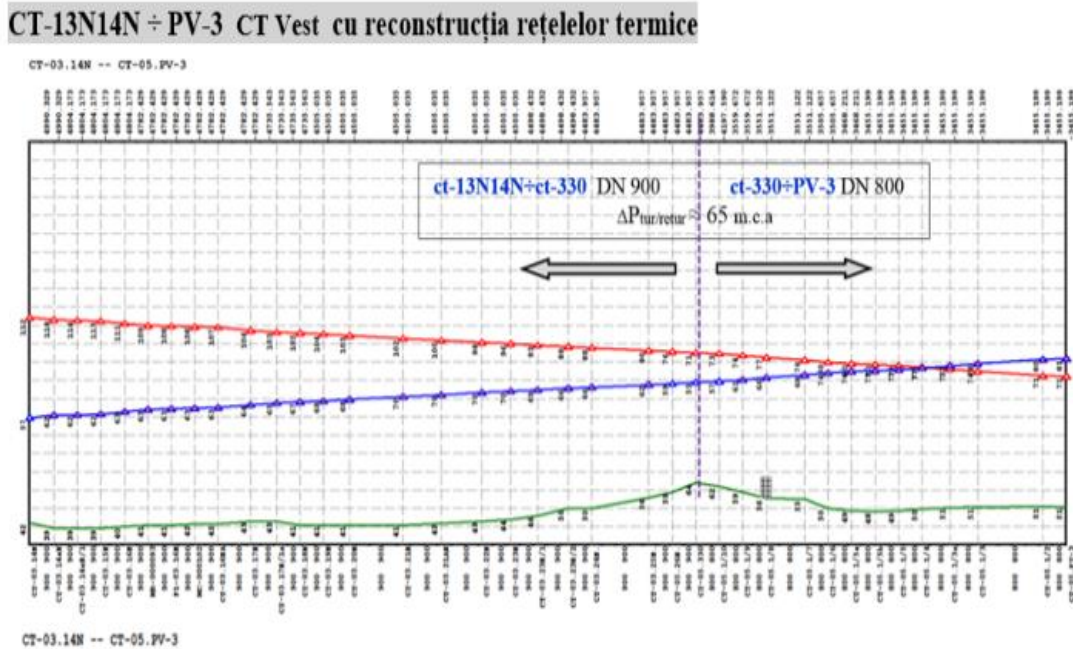


Figura 6. Diagrama de presiuni str. Albișoara, str. M. Viteazu și str. M. Dosoftei

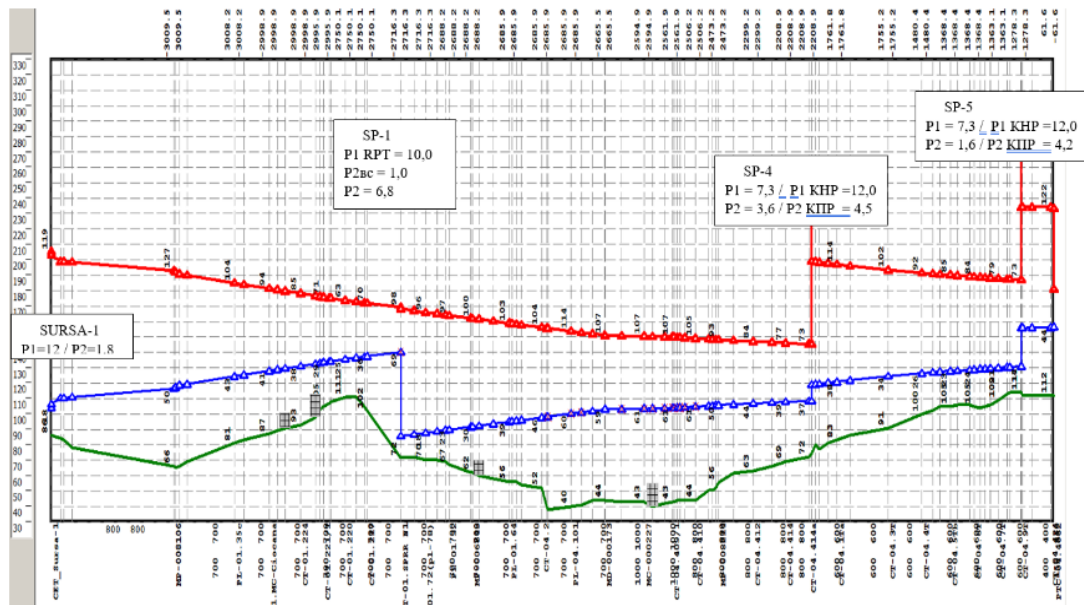


Figura 7. Diagrama de presiuni CET S-1 - SP-1 – SP-4 – SP-5 – str. Vladimir Korolenko (CT Sud)

În perioada anilor 2011-2013, grație sprijinului Guvernului Suediei, de către Agenția Suedeză pentru Dezvoltare Internațională (SIDA) au fost verificate și propuse spre finanțare de către Banca Mondială un șir de măsuri tehnologice primordiale pentru sporirea eficienței SACET Chișinău.

Proiectul de Îmbunătățire a eficienței SACET în varianta finală, aprobată de Banca Mondială prevedea realizarea măsurilor divizate în 11 „Pachete”, 5 dintre care au avut un caracter inovativ, menit sporirii producerii de energie electrică la CET-2 (Sursa-1), care poseda la momentul respectiv de o rezervă considerabilă în livrarea energiei termice și, respectiv, electrice pentru sistemul național:

1. Pachetul C.1.1 – „Construirea unei SP noi cu capacitate de 3000 m³/h și a liniei de interconexiune între circuitele CET-2 și CET-1”;
2. Pachetul C.1.2 – „Reconstrucția a 3 celor mai energofage stații de pompare, prin implementarea convertizoarelor de frecvență de 10 kV și 6 kV, cât și automatizarea totală a lor”;
3. Pachetul C.1.3 – „Reconectarea la SACET a 114 obiecte publice cu sarcina termică cca.70 Gcal/h”;
4. Pachetul C.1.5 – „Construirea rețelei termice DN900 L=700 m. dintre CET S-1 și SP-13”;
5. Pachetul C.1.6 – „Implementarea a 240 PTI în zonele inferioare din SACET Chișinău”.

Celelalte măsuri, nu mai puțin importante, finanțate în cadrul PIESACET-1 au fost destinate doar sporirii fiabilității infrastructurii existente a SACET Chișinău.

Pachetul C.1.1 fiind implementat în iunie 2016 a permis separarea zonelor de acțiune ale SP-8 și SP-1 asigurând un grad sporit de fiabilitate în SACET (Fig. 7, Fig. 8).

În ambele cazuri, Fig. 7, Fig. 8 - graficele piezometrice ale regimurilor hidraulice modelate au determinat valorile maxim admisibile ale debitelor de agent termic care pot fi livrate de la CET S-1 în circuitele CT Vest și CT Sud: în Vest – 800-900 m³/h, în Sud 200 – 300m³/h.

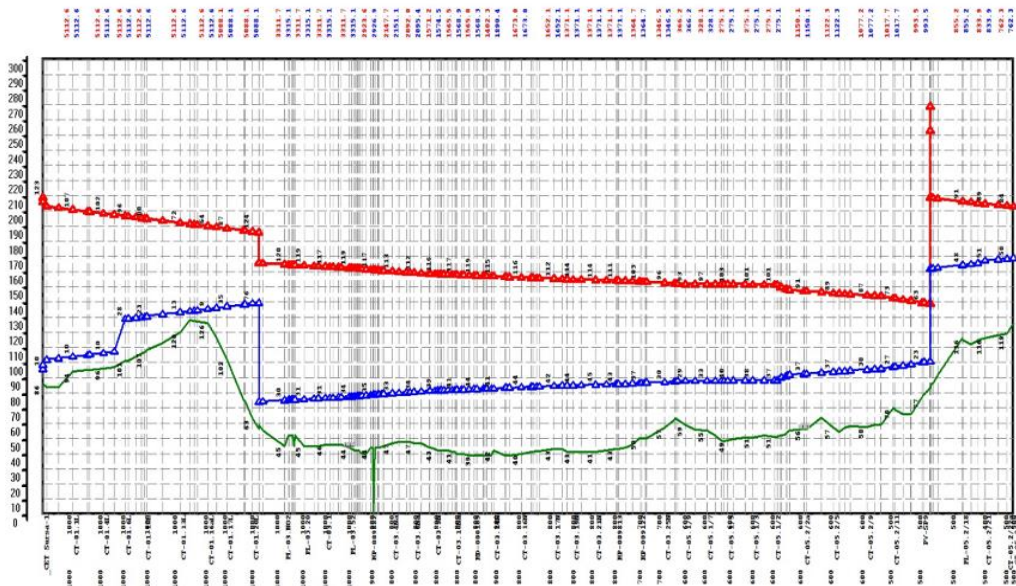


Figura 8. Diagrama de presiuni CET S-1 - SP-8 – SP-10 – str. Alba Iulia (CT Vest)

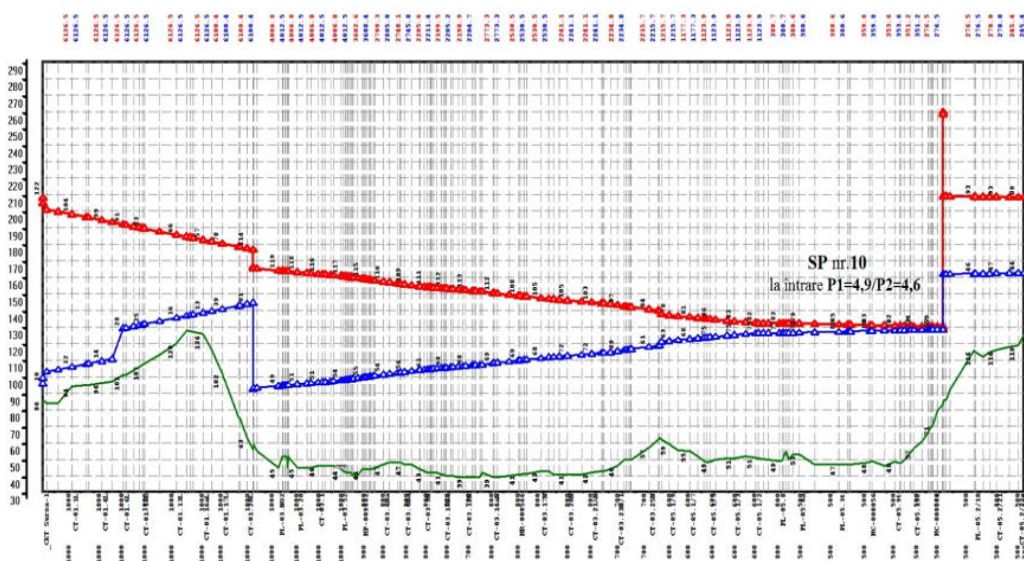


Figura 9. Diagrama de presiuni CET S-1 - SP-8 – SP-10

Chișinău, 15-17 Noiembrie 2022

La diminuarea debitelor de la CT Vest sub 1500 m³/h consumatorii din „zona de aspirație a SP-10” nu mai dispun de disponibile, alimentarea cu energie termică fiind imposibilă (Fig. 9).

Modelările hidraulice și determinarea măsurilor pentru sporirea eficienței SACET Chișinău

Necesitatea diminuării consumului de combustibil (gaze naturale), a cauzat reexaminarea deciziei categorice de retragere totală a CET S-2 din procesul tehnologic. Având un randament de peste 91% și posibilitatea de a menține o sarcină termică între 27 – 40 Gcal, CET Sursa-2 putea genera economii de peste 20 mil. lei în perioada caldă a anului. Principala provocare fiind imposibilitatea alimentării cu ACM a 185 blocuri locative multietajate din sec. Ciocana fără reconstrucția SP-8 sau SP-1 care au fost recent puse în funcțiune după reconstrucție în cadrul PIESACET-1.

Soluția care a permis realizarea scopului de conectare a CET S-2 pentru perioada caldă a anului, utilizând doar infrastructura existentă, în final a fost foarte simplă:

1. La SP-8 pentru bypassarea clapetelor de unic sens la refularea pompelor, în timpul funcționării „în regim de revers” și asigurarea menținerii permanente a P2 de minim 7 bari, a fost proiectat și implementat un batardou DN300 dotat cu un regulator de presiune „în amonte” cu DN300 care permite funcționarea cu debite de până la 1000 m³/h;
2. Instalarea la CET Sursa-1 a unei pompe cu G=500 m³/h și înălțimea de pompare 75 m, pe rețeaua nou construită DN900 mm în cadrul PIESACET-1 „Pachetul C 1.5” spre SP-13.

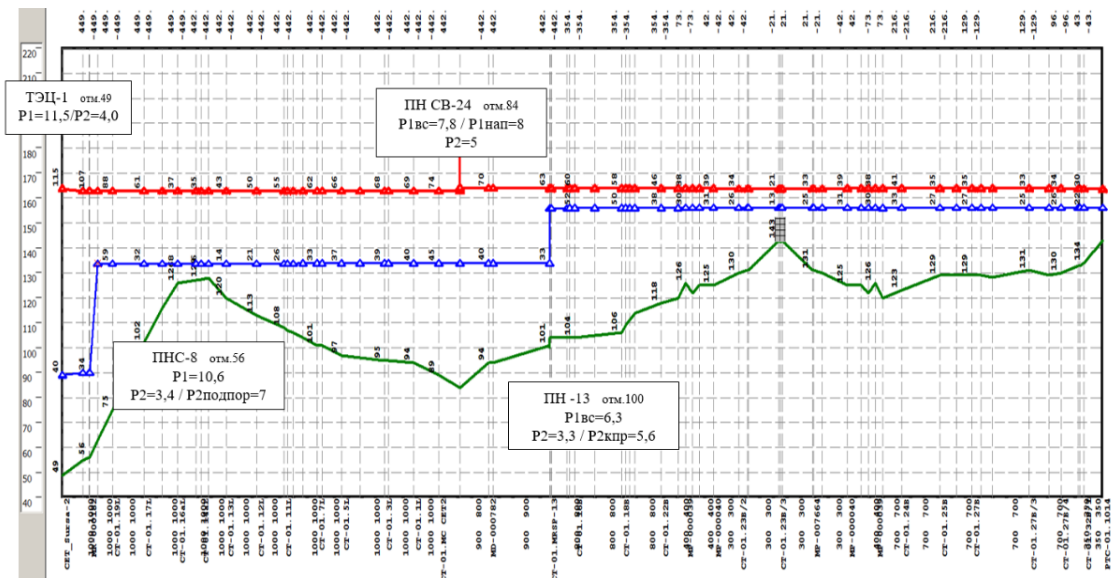


Figura 10. „Budești” prin revers de la S-2 prin SP-8

Începând cu vara anului 2017, în cadrul SACET Chișinău, în perioada 1 iunie – 30 septembrie în funcțiune este doar CET Sursa-2.

Un alt proiect, implementat după darea în exploatare a noii stații de pompare (SP-1) și instalarea cca. 60 PTI în circuitul CT Sud anul 2018, a fost modernizarea SP-5 care a inclus reparația capitală a instalației de distribuție 6 kV, cât și înlocuirea 2 pompe vechi CЭ-800/100 P=400 kW, 2 pompe noi, dotate cu convertizoare de frecvență, cu capacitatea de 1200 m³/h P=350 kW.

După modernizarea respectivă practic toate obiectele publice din circuitul CT Sud și cca. 100 blocuri locative pot fi conectate la SACET la începutul sezonului de încălzire fără conectarea unui CAF la CT Sud – Fig. 11.

Efectul economic pozitiv se deduce din sporirea livrării, respectiv, producerii energiei termice în regim de cogenerare de cca. 4500 Gcal/an și sporirea producerii energiei electrice, livrate în sistemul național cu peste 2 mil. kWh/an.

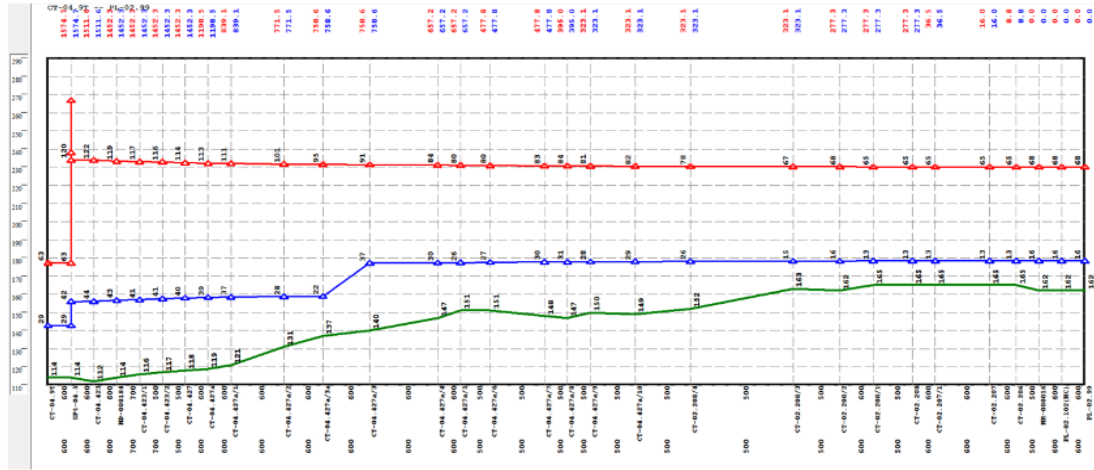


Figura 11. CT Sud prin SP-5, după reconstrucție

Modele hidraulice în situații de avarii sau reparații capitale ale rețelelor primare cu durata considerabilă de executare

Deși, în SACET Chișinău, predomină schemele de principiu „inelare”, regimurile hidraulice de bază, pentru perioadele de vară cât și cele pentru sezonul de încălzire, se bazează pe principiul „radial”, fiind determinate anumite tronsoane ale rețelelor termice, capabile să transporte sarcina termică totală necesară consumatorilor din zona respectivă.

În cazul reparațiilor capitale ale conductelor cu diametrul major, cum ar fi DN700 din str. Mihai Viteazu sau DN800 din bd. Decebal în regimurile hidraulice clasice alimentarea circuitelor CT Vest și CT Sud este imposibilă.

La etapa respectivă necesitatea elaborării unor regimuri „neconforme” cu utilizarea inelărilor sau funcționarea în regim de „revers” nu are alternativă.

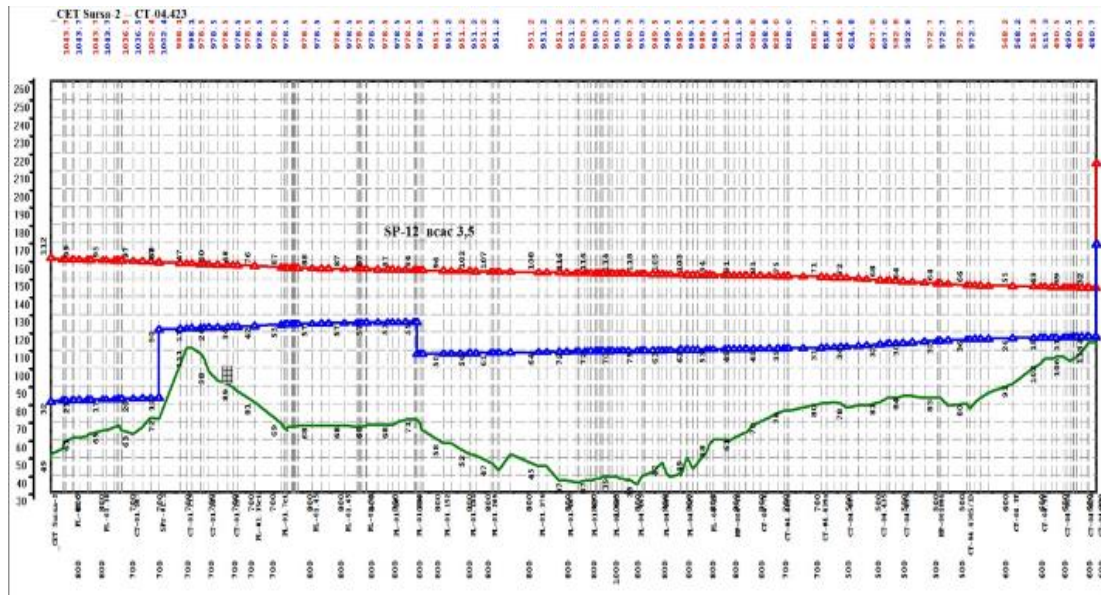


Figura 12. CT Sud prin „revers” de la S-2 prin SP-1, SP-12 cu pompa retur conectată, SP-5 cu pompă pe tur

Concluzii

În articolul respectiv este descrisă o perioadă relativ scurtă, de cca. 10 ani, din istoria S.A. „TERMOELECTRICA” de la întemeiere în 1951, dezvoltarea SACET Chișinău și funcționarea la momentul actual.

Proiectele realizate în cadrul S.A. „TERMOELECTRICA” din start, fără directive sau strategii elaborate la nivel de ministere sau Guvern, având ca bază experiența și entuziasmul inginerilor din cadrul întreprinderii, au coincis cu tendințele de dezvoltare a sistemelor de alimentare centralizată cu energie termică promovate în țările dezvoltate. Au fost proiectate și implementate sisteme eficiente de transmitere de date, algoritmi pentru determinarea scurgerilor de agent termic, sistemul geo-informațional HeatGraph care, de fapt, este „arhiva tehnică digitalizată a SACET Chișinău” și un soft care permite elaborarea și calculul diverselor regimuri hidraulice, unele fiind cu succes implementate în prezent.

În final toate eforturile au fost direcționate spre eficientizarea proceselor tehnologice cum ar fi:

5. Diminuarea consumului de gaze naturale la centrale termice dotate cu CAF cu cca. 3 mil.m³/an;
6. Reducerea pierderilor de energie termică prin stratul izolant al conductelor cu peste 40 mii. Gcal/an. Echivalent cu cca. 5mil. m³/an;
7. Sporirea livrărilor de energie electrică în rețeaua națională cu peste 8 mil. kWh/an;
8. Diminuarea pierderilor de agent termic prin scurgeri cu cca. 300 mii m³/an, echivalent la 12 mii Gcal/an.

Conștientizând faptul necesității dezvoltării continue a SACET Chișinău, în perspectiva de scurtă durată, S.A. „TERMOELECTRICA” planifică sporirea securității mun. Chișinău prin implementarea în SACET a unui nou proiect de „descentralizare energetică” care va prevedea instalarea unor unități de cogenerare de înaltă eficiență care ar permite, datorită funcționării 24/24, 365/365, livrarea în sistemul național a peste 300 mil. kWh/an produși în regim de cogenerare, ceea ce obligatoriu va crea și premise pentru menținerea unui tarif acceptabil la energia termică livrată consumatorilor.