

Wacław Wachal, Bolesław Jurkiewicz  
Wojewódzkie Biuro Projektów w Zabrze

## WYBRANE ZAGADNIENIA CIEPŁOWNICTWA GORNOSŁĄSKIEGO OKRĘGU PRZEMYSŁOWEGO

### 1. Ogólne zasady i warunki rozwoju ciepłownictwa GOP-u

Zaopatrzenie w energię we wszystkich jej postaciach jest jednym z podstawowych warunków istnienia i rozwoju organizmów miejskich i przemysłowych. Postępujące obecnie w coraz szybszym tempie rozwój i rekonstrukcja miast starych i powstawanie nowych, modernizacja i rozwój istniejących oraz powstawanie nowych gałęzi i ośrodków przemysłu oraz usług, powodują bardzo szybkie, skokowe przyrosty zapotrzebowania energii. W tej sytuacji podstawowym problemem jest optymalizacja wyboru systemu zaopatrzenia, optymalizacja przeprowadzana oczywiście kompleksowo, tj. uwzględniająca wszystkie dostępne paliwa, nośniki energii, dalej systemy ich wytwarzania oraz przetwarzania jak również przesyłu i zużytkowania dla różnych celów napędu, ogrzewania, oświetlenia itp.

Kompleksowe i oparte na współczesnych zasadach techniki, programowanie rozwoju ciepłownictwa GOP-u, zostało zapoczątkowane w latach 1960-65.

Dotychczasowe rozwiązania ciepłownictwa ograniczały się prawie wyłącznie do budowy lokalnych źródeł ciepła dla potrzeb danego zakładu przemysłowego, bądź zespołu mieszkaniowego czy komunalnego. W wyniku takich rozwiązań zaopatrzenie w ciepło odbywało się na ogół przez budowę rozproszonych, małych kotłowni z dużą liczbą jednostek charakteryzujących się stosunkowo niską sprawnością, wysokim wskaźnikiem zatrudnienia, będących poważnymi źródłami zanieczyszczenia powietrza i angażujących znaczne środki transportowe do przewozu paliwa i żużla.

W warunkach GOP-u rozwój ciepłownictwa określany jest szeregiem szczególnych czynników, których skala występowania jest

niespotykana w innych regionach kraju. Zasadniczym czynnikiem ułatwiającym w zasadzie rozwój ciepłownictwa w GOP-ie jest fakt istnienia szeregu źródeł energetycznych w postaci elektrowni zawodowych i przemysłowych. Obecnie, jedynie rejon ciepłowniczy m. Gliwic oparty został o całkowicie nowe źródło ciepła jaką jest ciepłownia przyszłości elektrociepłownia "Gliwice". Pozostałe rejony ciepłownicze GOP-u bazują w zasadzie na przebudowie i rozbudowie istniejących źródeł energetycznych w kierunku przystosowania ich do pracy na rzecz ciepłownictwa. Po okresie początkowym charakteryzującym się stosowaniem najprostszyc i najtańszyc rozwiązań przebudowy istniejących urządzeń elektrowni, jest obecnie programowana rozbudowa tych elektrowni o nowe bloki energetyczne i kotłownie szczytowe. Konkretna sytuacja inwestycyjna i energetyczna w kraju określa zasady kolejności tej rozbudowy.

Drugim zasadniczym czynnikiem określającym zasady rozwoju ciepłownictwa GOP-u jest występowanie szkód górniczych. Fakt ten poprzez niebezpieczeństwo zwiększenia awaryjności sieci i stąd stosowanie kosztownych zabezpieczeń ogranicza zasięgi systemów sieci ciepłowniczych. W tym aspekcie utrudnia w wysokim stopniu sytuację fakt intensywnego wykorzystania terenów GOP-u i stąd brak wystarczającej swobody prowadzenia sieci ciepłowniczych dogodnymi z ww. względów terenami.

Kolejnym zasadniczym czynnikiem charakteryzującym rozwój ciepłownictwa GOP-u jest występowanie dużego zróżnicowania rodzajów zapotrzebowania ciepła.

Deficyt wody pitnej w GOP-ie, przewidywany na dłuższy okres czasu, a także brak odpowiedniej armatury, ograniczył zasadniczo stosowanie centralnej dostawy ciepłej wody użytkowej.

Prawidłowy rozwój ciepłownictwa GOP-u warunkowany jest istnieniem odpowiedniej struktury organizacyjnej ciepłownictwa obejmującej specjalistyczne jednostki eksploatacji, wykonawstwa i projektowania oraz stosowne zaplecze naukowo-doświadczalne. W zrozumieniu wagi tych zagadnień, uchwałą PWRN w Katowicach powołano w r. 1969 Przedsiębiorstwo Budowy Sieci Ciepłowniczych, a istniejące Jednostki - Wojewódzkie Biuro Projektów w Zabrze, i Miejskie Przedsiębiorstwo Ciepłownicze w Katowicach

podniesiono do rangi jednostek wiodących dla spraw ciepłownictwa terenu całego województwa. Przedsiębiorstwa te zobowiązane zostały do prowadzenia działalności koordynacyjnej i wiodącej w zakresie swoich czynności zawodowych w stosunku do jednostek danej specjalności oraz współdziałania z PWRN, OIGPE i ZEOPd przy opracowywaniu programów rozwoju ciepłownictwa województwa. Szczególna rola przypada tutaj WBP - Zabrze, które ze względu na wprowadzającą i koncepcyjną działalność w stosunku do pozostałych jednostek wiodących jest predystynowane do kompleksowego ujęcia rozwoju systemu sieci ciepłowniczych miast i rejonów przy równoczesnym rozwiązywaniu zagadnień regulacji, zabezpieczenia przed ujemnym działaniem szkód górniczych rozbudowy zasięgu i wydajności sieci oraz innych zagadnień charakterystycznych dla GOP-u.

## 2. Charakterystyka hydrauliczna i regulacyjna systemów sieci ciepłowniczych GOP-u

### 2.1. Metody bilansowania zapotrzebowania ciepła

W procesie projektowania kompleksowych sieci ciepłowniczych zasilających całe wydzielone rejony ciepłownicze, ważnym elementem jest właściwe przyjęcie obciążeń cieplnych tych sieci poprzez wykonany uprzednio bilans zapotrzebowania ciepła. Zgodnie z obowiązującymi przepisami ustalenie zapotrzebowania ciepła dla rejonu ciepłowniczego należy do tzw. danych wyjściowych projektowania, które w zasadzie opracowuje zamawiający dokumentację. W związku z tym szereg biur projektowych egzekwując sztywno tę zasadę odmawia wykonania bilansów zapotrzebowania ciepła, przesuując je do zakresu działania inwestorskiego. Reprezentujemy w tym zakresie inny pogląd, a mianowicie, że bilans zapotrzebowania ciepła dla całego rejonu objętego uciepłowieniem winno opracowywać biuro projektowe i to tylko jedno biuro będące zarazem wiodącym dla spraw ciepłownictwa tego rejonu. Powyższe stanowisko podyktowane jest wagą i dużą odpowiedzialnością prawidłowego ustalenia zapotrzebowania ciepła będącego podstawą programowania rozwoju ciepłownictwa. O jakości ustalenia zapotrzebowania ciepła decyduje przyjęte

metoda bilansowania. Warunkami wyjściowymi przy bilansowaniu winny być:

- zatwierdzony ogólny plan zagospodarowania przestrzennego miasta (w posiadaniu Wydziałów Budownictwa, Urbanistyki i Architektury Prezydium Rad Narodowych) opracowany na okres perspektywiczny (ok. 20 lat), podający prognozę demograficzną, rozmieszczenie i wielkość budownictwa mieszkaniowego, usług ogólnomiejskich, baz przemysłowo-składowych oraz terenów przemysłowych,
- inwentaryzacje terenowe ustalające intensywność zabudowy, wielkość budownictwa wyposażonego w wewnętrzne instalacje c.o., ilość źródeł ciepła, wiek i stan techniczny kotłów z podaniem przewidywanych terminów ich wycofywania z ruchu.

Ważnym elementem w bilansowaniu jest również uwzględnienie wielkości budownictwa wymiennego na skutek programowanych rekonstrukcji miast i zużycia technicznego istniejących zasobów kubaturowych.

Dane z planu ogólnego należy szczególnie w zakresie najbliższego planu 5-letniego aktualizować danymi pochodzącymi od konkretnych inwestorów, którzy posiadają opracowane plany realizacyjne. Dla okresów perspektywicznych należy jednak opierać się na tzw. chłodności terenu określonej w planie ogólnym przeznaczeniem i intensywnością zabudowy. Otrzymane w ten sposób wielkości zapotrzebowania ciepła będą orientacyjne, ale wystarczające dla programowania wydajności źródła ciepła, kierunku i dymensji zasilania rejonu.

Zapotrzebowanie ciepła dla przemysłu ustala się w oparciu o programy rozwojowe zakładów przemysłowych, potwierdzone przez ich zjednoczenia. Jak wykazała dotychczasowa praktyka często w zakresie ustalonych bilansów następują zmiany, które zazwyczaj sprowadzają się do:

- zmiany ustalonej kolejności i intensywności zabudowy,
- zwiększenia lub zmniejszenia zapotrzebowania ciepła przez zakłady przemysłowe na skutek modernizacji lub częściowej zmiany profilu produkcji;

- zmiany przeznaczenia terenu wskutek zrealizowanego zainwestowania ciepłowniczego i wynikającej stąd szybkiej dostępności energii cieplnej,
- zaniechania przyjętych realizacji budownictwa ze względu na ujawnione szkody górnicze.

Powyższe zmiany pociągają za sobą różnice w obliczonych narastaniach zapotrzebowania ciepła, wielkościach rejonu i zmuszają do krytycznego, a zarazem elastycznego traktowania ustalonych pierwotnie wyników bilansu. Ogólnym sprawdzianem prawidłowości bilansów jest równomierność przyrostów zapotrzebowania ciepła z tendencją rosnącą, a nigdy malejącą.

W oparciu o powyższe następuje przyjęcie schematu i dobór średnio dla sieci z uwzględnieniem warunków elastyczności dla odcinków magistralnych.

Dodatkowo dla wyboru najważniejszych układów hydraulicznych tych odcinków przeprowadza się analizy techniczno-ekonomiczne i oblicza porównawczo wskaźniki efektywności inwestycji w zakresie kombinacji średnio, ilości przewodów, przepompowni.

## 2.2. Charakterystyka termodynamiczna i hydrauliczna - przyłączanych odbiorców ciepła

W bilansowanych rejonach występują w zakresie istniejących odbiorców komunalnych wyposażonych w instalacje c.o. ogrzewania pompowe i grawitacyjne.

Stosunek wzajemny tych systemów jest różny i zależy od okresu realizacji budownictwa.

Dla budownictwa przedwojennego dominującym systemem było ogrzewanie grawitacyjne z własnymi lokalnymi kotłowniami. W budownictwie powojennym, realizowanym zasadniczo w formie osiedli mieszkaniowych, stosowany był system pompowy o niskich parametrach z kotłowniami osiedlowymi wyposażonymi w kotły KCO a następnie WCO oraz grawitacyjny i pompowy stosowany w zabudowie plombowej miast.

Dla budownictwa realizowanego w okresie po powstaniu OIGPE przeważają w systemach osiedlowych parametry wysokie 150/70°C ze złączami bezpośrednimi pracującymi często na podwyższonych

parametrach (100/70, 110/70°C) a w budownictwie rozproszonym stosowane są głównie ogrzewania pompowe również o podwyższonych parametrach zasilane z lokalnych kotłowni wbudowanych. Osiedlowe sieci zasilane są z własnych kotłowni wyposażonych w kotły WCO, WLM, z kotłowni pobliskich zakładów przemyślowych lub miejskich sieci ciepłowniczych. W zakładach przemysłowych stosowane są w zakresie ogrzewania obiektów produkcyjnych wysokoprężne systemy parowe i wodne wyposażone w grzejniki z rur żebrowych i gładkich, konwektory i aparaty grzewczo-wentylacyjne. Obiekty o charakterze administracyjno-socjalnym posiadają niskoparametrowe (90/70°C) systemy grzejne o złączach przeważnie wymiennikowych. Warunki wytrzymałościowe instalacji wewnętrznych zależą przede wszystkim od dopuszczalnych ciśnień przyborów grzejnych, które dla starych typów grzejników osłonowych wynoszą - 4 atn, dla nowych (typ S produkowane od 1962 r.) - 6 atn a dla konwektorów i aparatów grzewczo-wentylacyjnych - 8 atn.

Wielkość rodzaju przyłączy w wymiarze ilości pobieranego ciepła i w rozbiórku na rejony ciepłownicze, magistrale, budownictwo komunalne i przemysłowe podano w poniższej tabelicy 1.

### 2.3. Rozbudowa zasięgu i wydajności systemu sieci ciepłowniczych

Jedną z charakterystycznych cech projektowanych systemów sieci ciepłowniczych jest ich rozwój w wielkościach obciążenia (przepustowości) i zasięgu (długości). Programowany rozwój systemu produkcji i przesyłu ciepła - tak jak to określono przy rozważaniach dotyczących bilansowania zapotrzebowania ciepła - oparty jest w układzie czasowym na okresach planowania perspektywicznego wynoszącego 5 lat.

Rozwój ten jest oczywiście procesem ilościowo ciągłym ze względu jednak na ww. okresy planowania, określane są stany graniczne które ze względu na wymagane parametry techniczne, są jakościowo różne.

Będące obecnie w budowie przygotowywane do jej rozpoczęcia, systemy sieci ciepłych, programowane są lub były na ogół na okresy w latach: początek 1965-70 i stan docelowy 1985-90.

Tablica 1

Rejon	Magistrala	Etap I 1970 r.						Etap II 1975 r.						Etap III 1980 r.					
		Razem Gcal/h	Bud. kom.		Przemysł.			Razem Gcal/h	Bud. kom.		Przemysł.			Razem Gcal/h	Bud. kom.		Przemysł.		
			bezp.	pośr.	bezp.	pośr.	nagrzew.		bezp.	pośr.	bezp.	pośr.	nagrzew.		bezp.	pośr.	bezp.	pośr.	nagrzew.
K-ce CH	MS	50	50	-	-	-	-	88	66	22	-	-	-	150	119	30	0,5	-	0,5
	ME	-	-	-	-	-	-	62	20	2	15	-	25	150	70	23	20	7	30
Gliwice	MSW	57	24	-	20	-	13	161	82	18	22	8	31	278	140	22	42	8	66
	MS	36	16	-	9	-	11	42	16	2	9	1	14	75	18	2	22	4	29
	MN	18	-	-	2	8	8	24	-	1	2	9	12	46	1	1	2	16	26
Zabrze	MS	26	8	2	7	3	6	54	16	12	9	3	14	66	20	13	11	4	18
	MN	-	-	-	-	-	-	67	8	-	19	9	31	110	8	27	5	30	40
	ME	-	-	-	-	-	-	7	7	-	-	-	-	12	12	-	-	-	-

W tabelicy 2 podano przykładowo zapotrzebowanie w Gcal/h ciepła pokrywane z omawianych systemów dla miast: Gliwice, K-o i Chorzowa (zasilanych z EC Chorzów) i Zabrze, w rozbiciu na okresy planowania

Tabela 2

	1965-70	1975	1980	1985-90
Gliwice (EC Gliwice)	111	227	399	450
K-o-Chorzów (EC Chorzów)	50	150	300	350
Zabrze (EC Zabrze)	26	128	188	250

Na podstawie więc tych danych popartych dodatkowo szeregiem przykładów z innych znanych rejonów ciepłowniczych województwa katowickiego, można stwierdzić, że określając stan docelowy, (koniec 20-letniego okresu planowania perspektywicznego) zapotrzebowania ciepła pokrywanego z systemu na 100% stan początkowy kształtuje się w granicach 10-25% i narasta na ogół równomiernie a nawet przyspieszająco, do stanu końcowego.

Z opisanej wyżej sytuacji wynikają między innymi dwa podstawowe problemy wiążące projektowania i eksploatację systemu sieci:

- określenie zasad doboru przepustowości systemu sieci i metod jej zwiększenia na kierunkach rozwojowych (z koniecznością zwiększenia przepustowości systemu wynika zmienność warunków hydraulicznych sieci i źródeł ciepła pracujących dla tych sieci),
- określenie metod opanowania skutków zmienności warunków hydraulicznych, koniecznego ze względu na stosowane obecnie i w określonej przyszłości metody regulacji oddawania ciepła i reżimów rozplywu czynnika grzejącego.

W związku z tym konieczne wydaje się bliższe omówienie określonej wyżej problematyki.



Szereg analiz wykonanych przez WBP Zabrze dla wybranych systemów sieci ciepłych dało efekt w postaci tezy sformułowanej również oficjalnie przez zainteresowane instytucje i urzędy, że graniczny okres uzyskania pełnego obciążenia określonej sieci nie powinien przekraczać 8-10 lat.

W efekcie więc stosowania tej zasady wynika, że przepustowość systemu sieci w opisanych wyżej sytuacjach winna kształtować się następująco:

- przepustowość tzw. I etapów kształtuje się na poziomie 50-70% przepustowości docelowej kierunku zasilania,
- przepustowość początkowa danego etapu kształtuje się na poziomie 20-40% przepustowości końcowej danego etapu,
- dalsze zwiększenie przepustowości ponad wielkość końcową danego etapu może nastąpić jedynie drogą rozbudowy systemu.

Obecnie najczęściej lansowanymi metodami rozbudowy przepustowości systemu sieci są:

- budowa tzw. trzecich przewodów,
- budowa przepompowni sieciowych,
- budowa przewodów odciążających,
- wprowadzenie do współpracy dodatkowych źródeł ciepła,
- podniesienie parametrów wody w sieci.

Konieczne jest dla porządku stwierdzić, że na projektowanie poszczególnych elementów jak i rozwoju systemu sieci ciepłych ma wpływ szereg innych czynników nie wymienianych tutaj celowo. Jednym z zasadniczych jest system przyłączy odbiorców a w tym wytrzymałość konstrukcyjna elementów instalacji odbiorców. Lansowane obecnie i przez autorów n/pracy systemy przyłączy bezpośrednich oraz stosowane rodzaje urządzeń grzewczych nie dopuszczają do stosowania ciśnień w przewodach powrotnych systemu sieci wyższych od 6,0 atn. Warunek ten jest jednym z warunków brzegowych projektowania rozwoju sieci.

Poruszoną wyżej problematykę przeanalizować można na przykładach podanych w załączeniu do n/ozęści w - dotyczących systemów sieci projektowanych dla miast GOP-u Gliwio, Katowio i Zabrze.

Przykłady te i rozważania są typowe dla ciepłownictwa województwa katowickiego.

Jak wynika z tych przykładów zmienność warunków hydraulicznych (ciśnienia dyspozycyjnego) dla odbiorców zasilanych z analizowanych magistrali ciepłych jest znaczna i wynosi w m.s.l.w.:

<u>m. Gliwice</u>	I etap	II etap	III etap	IV etap
magistrala NE rejon źródła	40	103	109	116
jw. lecz rejon R	30	43	66	72
<u>m. Katowice- Chorzów</u>	I etap	II etap	III etap	
magistrala S - rejon źródła	35	50	70	

Zakres więc zmienności jest duży, stosunek zmiennych wielkości przekracza w wielu przypadkach liczbę 3. Zmienności te występują w sposób najbardziej jaskrawy dla odbiorów położonych wzdłuż ciągów magistralnych i w zasadzie w miarę oddalania się od tych ciągów maleją.

Rozważania dotyczące przyczyn i wielkości zmienności warunków hydraulicznych systemu sieci ciepłych muszą być prowadzone integralnie z analizą wpływu jaką ma na tą zmienność praca źródła ciepła bądź źródeł ciepła i warunki ich współpracy między sobą i siecią.

Równolegle bowiem do zwiększenia przepustowości systemu sieci ciepłych zwiększana jest wydajność źródła lub źródeł ciepła współpracujących z danym systemem. Rozbudowa ta polega na rozbudowie pompowni wody cyrkulacyjnej i dobudowie wymienników ciepła lub kotłów.

W ślad za zwiększaniem mocy dyspozycyjnej źródła ciepła włączane są do pracy dodatkowe agregaty pompowe, wymienniki ciepła i kotły. Zmieniają one charakterystykę hydrauliczną źródła ciepła.

Również dla określonej mocy dyspozycyjnej źródła ciepła w trakcie jego pracy następuje zmiana jego charakterystyki hydraulicznej na skutek zmiany obciążenia od ok. 25% do 100% wydaj-

ności. Zmiana tej charakterystyki następuje na skutek włączenia do pracy wymienników szczytowych lub dalszych kotłów.

W zasadzie wszystkie wyżej omówione czynniki mające wpływ na zmienność hydrauliki systemu zaopatrzenia w ciepło (źródło ciepła, sieci magistralne, rozdzielcze, węzeł przyłączeniowy odbiorcy) mogą być przewidziane, ich wpływ określony a do ujemnych skutków w postaci rozregulowania systemu, przez odpowiednią wyprzedzającą działalność regulacyjną, można niedopuszczyć. W aktualnej obecnie sytuacji ciepłownictwa w Polsce charakteryzującej się całkowitym brakiem własnej importowanej automatycznej armatury regulacyjnej, jak już uprzednio stwierdzono, oddawanie ciepła przez układ zaopatrzenia w ciepło regulowane jest przez założenie i ścisłe przestrzeganie reżimu przepływów czynnika grzewczego przez określone rejony oraz dostosowanie jego temperatur do temperatury otoczenia. Podstawowym elementem regulacyjnym reżimu przepływów jest wymienna kryza spiętrzająca.

Ze względów zachowania maksymalnej stateczności hydraulicznej sieci regulacja przepływu czynnika dokonywana jest kryzą spiętrzającą na węźle przyłącznym odbiorcy.

Teoretycznie więc, każda zmiana sytuacji na sieci tzn. przyłączenie nowego odbiorcy jak również zmiana warunków pracy źródła powodują zmianę w ustalonym uprzednio reżimie przepływów a więc zmianę wielkości spadków ciśnień, a więc zmianę ciśnień dyspozycyjnych i stąd konieczność wymiany kryz spiętrzających. Praktycznie układ dostawy ciepła toleruje określony zakres zmian hydraulicznych nie powodując przekroczenia warunków określonych normatywnie przez odbiorcę ciepła. Programowanie ruchu układu dostawy ciepła posiadającego od kilkuset do kilku tysięcy węzłów wymaga dużych nakładów sił i środków i wymaga długiego czasu mimo że do obliczeń wykorzystuje się obecnie ETC.

Programowanie te polega głównie na:

- zebranie danych o mających nastąpić przyłączeniach nowych odbiorców ciepła,
- określenie charakterystyki cieplnej i hydraulicznej przyłączanych odbiorców,

- korekcie obciążeń istniejącego układu dostawy ciepła, zakresem zmian inwestycyjnych, cieplnych i hydraulicznych wywołanych przewidywanymi ww. nowymi przyłączeniami,
- obciążenie przepływów i ciśnień dyspozycyjnych dla wszystkich istniejących odbiorców ciepła (węzłów),
- porównanie danych obciążeniowych za stanem istniejącym,
- ustalenie zakresu koniecznej wymiany kryz spiętrzających w istniejących węzłach,
- wykonanie ustalonego zakresu wymiany kryz,
- korekta rachowa obliczeń

Omówione programowanie ruchu układu dostawy ciepła obejmuje analizę wszystkich jego elementów tj. źródła, sieci magistralnej i odgałęźnej oraz węzła przyłączeniowego odbiorcy.

Założenia do programowania są, jak widać, oparte o istniejący układ konstrukcyjny i wyposażeniowy sieci i dają próbę wyjścia z sytuacji, w której istnieją tylko dwie alternatywy:

- a) prymityw techniczny, związany z pracochłonną i skomplikowaną eksploatacją i
- b) wyższy poziom techniczny układu i wyposażenia, związany z prostszą, zautomatyzowaną eksploatacją.