



OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

dla przedsięwzięcia pn.:

„Analiza poprawności wyników obliczeń hydraulicznych i cieplnych na podstawie pomiarów we wdrażanym w OPEC Sp. z o.o. w Puławach systemie digitalizacji sieci ciepłej potwierdzająca prawidłowość działania oraz efektywność energetyczną przedsięwzięcia, na etapie obecnym i w perspektywie”

Powyższe działanie realizowane jest w ramach
przedsięwzięcia o nazwie:

„Optymalizacja pracy sieci ciepłowniczej zasilającej mieszkańców Puław poprzez digitalizację infrastruktury ciepłowniczej”

Puławy, czerwiec 2025



Spis treści:

1. Wstęp
2. Charakterystyka eksploatowanego miejskiego systemu ciepłowniczego
3. Aktualne parametry nośnika ciepła oraz sposoby jego regulacji
4. Dane dostępne z istniejących systemów informatyczno – telemetrycznych
5. Pozostałe dostępne dane
6. Główne oczekiwane wyniki dotyczące przeprowadzenia obliczeń i analiz pracy miejskiego systemu ciepłowniczego.
7. Uwagi
8. Okres realizacji
9. Referencje

1. Wstęp

Okręgowe Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością w Puławach jest przedsiębiorstwem, którego celem jest zaspokajanie potrzeb i oczekiwań klienta na lokalnym rynku ciepła. Przedsiębiorstwo sukcesywnie poszerza swoje rynki zbytu, przez co zwiększa sprzedaż ciepła na rynku lokalnym.

Przedsiębiorstwo współpracuje z Grupą Azoty Puławy, która jest właścicielem elektrociepłowni usytuowanej na terenie zakładów – źródła ciepła dla miejskiego systemu ciepłowniczego (m.s.c.). Ponadto sukcesywnie modernizuje sieć ciepłowniczą oraz węzły, co z jednej strony spełnia wymagania dotyczące ochrony środowiska, a z drugiej strony umożliwia bardziej ekonomiczną dostawę i dystrybucję ciepła. Dlatego też Zarząd Przedsiębiorstwa podjął decyzję o realizacji zadania pn.: **„Analiza poprawności wyników obliczeń hydraulicznych i cieplnych na podstawie pomiarów we wdrażanym w OPEC Sp. z o.o. w Puławach systemie digitalizacji sieci ciepłej potwierdzająca prawidłowość działania oraz efektywność energetyczną przedsięwzięcia, na etapie obecnym i w perspektywie”**, które jest składową większego przedsięwzięcia o nazwie: „Optymalizacja pracy sieci ciepłowniczej zasilającej mieszkańców Puław poprzez digitalizację infrastruktury ciepłowniczej”

Przedsięwzięcie to jest realizowane w ramach dofinansowania z programu priorytetowego nr 4.13 „Zeroemisyjny system energetyczny Digitalizacja Sieci Ciepłowniczych” ogłoszonego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

OPEC Sp. z o.o. w Puławach realizuje digitalizację sieci ciepłowniczej w Puławach. W oparciu o dane uzyskane z zamontowanych urządzeń pomiarowych zostały wykonane obliczenia przy wykorzystaniu oprogramowania QGIS. Przedmiotowa analiza ma zweryfikować poprawność obliczeń wykonanych przez nasze przedsiębiorstwo.

2. Charakterystyka eksploatowanego miejskiego systemu ciepłowniczego

Miejski system ciepłowniczy, zasilany z elektrociepłowni zlokalizowanej na terenie zakładów azotowych należących do Grupy Azoty Puławy, obejmuje swym zasięgiem niemal całe miasto Puławy. Do węzłów cieplnych ciepło doprowadzane jest z sieci ciepłowniczej wysokoparametrowej, wykonanych w różnych technologiach. Prawie 44% długości sieci stanowią rurociągi wykonane w technologii rur preizolowanych, 50,1% to sieci wykonane w technologii kanałowej oraz ok. 6,1% to sieć napowietrzna tradycyjna. Czynnikiem grzewczym jest woda o ciśnieniu obliczeniowym 1,6 MPa i maksymalnej temperaturze wynoszącej 128 °C. W systemie funkcjonują również sieci niskoparametrowe.

Sieć ciepłownicza zbudowana jest w układzie promieniowym, jednakże zrealizowane już modernizacje wprowadziły do niej elementy układów pierścieniowych. Zależnie od przeznaczenia i lokalizacji w obszarach miasta, oraz wynikających z tego cech konstrukcyjnych poszczególnych rurociągów, sieć ciepłownicza OPEC Sp. z o.o. w Puławach pełni następujące funkcje technologiczne: magistralną, osiedlową - rozdzielczą oraz przyłączy do budynków.

Dostawa ciepła do odbiorców odbywa się za pośrednictwem węzłów cieplnych, wyposażonych w wymienniki ciepła, zaś regulacja ilości ciepła – dostarczanego odbiorcom w zależności od warunków atmosferycznych – realizowana jest w sposób jakościowo-ilościowy, poprzez utrzymywanie zadanej dyspozycji ciśnienia oraz regulację temperatury zasilania nośnika ciepła.

ul. Księżnej Izabelli 6, 24-100 Puławy; www.opec.pulawy.pl; tel. 81 450-20-20

Dostawa ciepła do odbiorców odbywa się za pośrednictwem 962 węzłów cieplnych, o łącznej mocy zamówionej 102 MW (stan na 31.12.2024 r.). Szczegółowe dane dotyczące ilości i wartości mocy zamówionej obsługiwanych węzłów przedstawiono w Tabeli nr 1.

Tabela nr 1 Ilość obsługiwanych węzłów cieplnych w roku kalendarzowym 2024 (stan na 31.12.2024)

Razem	Węzły indywidualne	Budynki jednorodzinne	Bud. wielorodzinne	Węzły grupowe	W tym W.G. Małe	W tym W.G. duże
szt.	szt.	szt.	szt.	szt.	szt.	szt.
962	915	332	583	47	1	46

W ramach realizacji digitalizacji sieci ciepłej w Puławach przewiduje się wyposażenie 923 węzłów w urządzenia nadzorujące pracę sieci.

3. Aktualne parametry nośnika ciepła oraz sposoby jego regulacji

Temperatura wody sieciowej na zasilaniu sieci, w warunkach obliczeniowych, wynosi 128 °C i regulowana jest w zależności od temperatury zewnętrznej, opadów, nasłonecznienia oraz od prędkości wiatru.

Konkretna wartość chwilowa temperatury zasilania sieci ciepłowniczej zależy od:

- chwilowej mocy cieplnej dostarczanej do sieci ciepłowniczej,
- chwilowych zmian zapotrzebowania na moc cieplną przez odbiorców (w warunkach równowagi pomiędzy podażą i poborem mocy cieplnej do sieci, natężenie przepływu jest wartością ustabilizowaną).

O ostatecznej wartości mocy cieplnej decyduje Dyspozytor Sieci Ciepłowniczej. Dla spełnienia celu, algorytm uwzględnia m.in. następujące parametry:

- temperatura zewnętrzna, temperatura w słońcu, prędkość i intensywność opadów oraz inne parametry atmosferyczne,
- temperatura powrotu wody sieciowej, natężenie przepływu i inne parametry czynnika grzewczego,
- prognozy i wartości historyczne powyższych parametrów.

4. Dane dostępne z istniejących systemów informatycznych – telemetrycznych

- 4.1. Kompletny model sieci ciepłej wysokoparametrowej m. Puławy w formacie .shp (baza danych kompatybilna z wtyczką QGIS Red programu QGIS) -w tym technologia budowy sieci, średnica, armatura odcinająca.
- 4.2. Przybliżona data budowy poszczególnych odcinków sieci (lub ostatniej wymiany/modernizacji izolacji cieplnej) – pole InstalDate w tabeli atrybutów (plik .dbf) modelu sieci j.w. lub przedstawienie graficzne (kolory obszarów w warstwie 'wiek sieci' projektu SC_Puławy programu QGIS) Kompletny.
- 4.3. Graficzne przedstawienie lokalizacji minimalnej ilości punktów pomiarowych dla których przeprowadzana będzie kalibracja – warstwa 'punkty modelowe' w projekcie SC_Puławy programu QGIS.
- 4.4. Wykaz rezerwowych punktów modelowych – pole 'Rezerwa' w tabeli atrybutów (plik .dbf) warstwy j.w.
- 4.5. Bazy danych pomiarowych z systemu telemetrii sieci dla poszczególnych węzłów w punktach modelowych w postaci baz danych .dbf z polami dla wszystkich dostępnych wartości pomiarowych w węźle (w tym temperatury, ciśnienia i moc cieplna) oraz rekordami odpowiadającymi kolejnym pomiarom w odstępie 10 min. (co najmniej dla 1 sezonu grzewczego i letniego).

ul. Księżnej Izabelli 6, 24-100 Puławy; www.opec.pulawy.pl; tel. 81 450-20-20

- 4.6. Baza danych pomiarowych z systemu telemetrii sieci dla źródła ciepła, punktu pomiarowego na magistrali (tzw. Kontener) i w pierwszej komorze rozgałęźnej na terenie miasta (komora K-2) – baza danych jak w pkt. 4.5

5. Pozostałe dostępne dane

- 5.1. Miesięczne dane bilingowe (sprzedaż i zakup ciepła) z ostatnich dwóch pełnych lat.
- 5.2. Aktualne Umowy sprzedaży ciepła z dostawcami i odbiorcami (aktualne standardowe zapisy oraz komentarz w sprawie jednolitości zapisów w poszczególnych Umowach historycznych) w zakresie niezbędnym do opracowania pod warunkiem zachowania poufności.
- 5.3. Informacja o zasadach współpracy służb ruchowych.
- 5.4. Tabele regulacyjne dla źródeł ciepła i instalacji odbiorczych wynikające z aktualnie zawartych Umów.
- 5.5. Ostatnia dostępna analiza pracy sieci za lata 2022-2024.
- 5.6. Program pracy sieci ciepłowniczej za ostatni sezon grzewczy.
- 5.7. Dostępne dane dotyczące terminów rozpoczęcia i zakończenia sezonu grzewczego dla ostatnich dwóch pełnych lat.
- 5.8. Średnie dane klimatyczne z ostatnich dwóch lat przyjmowane do analizy pracy sieci.
- 5.9. Informacje dotyczące istotnych zmian planowanych w systemie ciepłowniczym związanych z obszarami zasilania, konfiguracją źródeł, modernizacją sieci i rozwojem w okresie kolejnych 5 lat.

6. Główne oczekiwane wyniki dotyczące przeprowadzenia obliczeń i analiz pracy miejskiego systemu ciepłowniczego.

- 6.1 Weryfikacja poprawności wyników obliczeń hydraulicznych na podstawie pomiarów we wdrożonym w OPEC Sp. z o.o. w Puławach systemie digitalizacji sieci ciepłej opartej na programie QGIS (kalibracja hydrauliczna) poprzez przeliczenie sieci hydraulicznie i cieplnie w niezależnym oprogramowaniu wykorzystywanym przez Wykonawcę (dalej OPROGRAMOWANIE).
 - 6.1.1 Zweryfikowanie odchyłek dyspozycji ciśnienia dla modelu zbudowanego w QGIS i OPROGRAMOWANIU w odniesieniu do wartości pomiarowych.
 - 6.1.2 Zweryfikowanie odchyłek dyspozycji ciśnienia dla modelu zbudowanego w QGIS i OPROGRAMOWANIU dla warunków nominalnych.
- 6.2 Weryfikacja poprawności wyników obliczeń cieplnych na podstawie pomiarów we wdrożonym w OPEC Sp. z o.o. w Puławach systemie digitalizacji sieci ciepłej opartej na programie QGIS (kalibracja cieplna)
 - 6.2.1 Zweryfikowanie odchyłek temperatury zasilania dla modelu zbudowanego w OPROGRAMOWANIU w odniesieniu do wartości pomiarowych dla wybranych (ok. 20) punktów w systemie .
- 6.3 Analiza normatywnych strat ciepła dla wybranego okresu letniego i sezonu grzewczego w oparciu o symulację pracy m.s.c. na bazie rzeczywistych danych średniodobowych.
- 6.4 Utworzenie dla podanego scenariusza przez zamawiającego (np. dla warunków nominalnych):
 - 6.4.1 Map tematycznych:
 - a) rozkładu ciśnień dyspozycyjnych w węzłach;
 - b) ciśnień manometrycznych (względnych) na zasilaniu i powrocie sieci;
 - c) jednostkowych strat ciśnienia odcinków;
 - d) wartości bezwzględnej prędkości przepływu;
 - e) temperatury zasilania w odcinkach sieci i w węzłach;
 - f) Jednostkowych strat ciepła (mocy) rurociągów;



- g) Innych ustalonych na etapie wdrożenia.
- 6.4.2 Tabel z danymi ze źródła:
 - a) Ciśnienia zasilania, ciśnienie powrotu i dyspozycja ciśnienia w źródle;
 - b) Temperaturę zasilania, temperaturę powrotu w źródle;
 - c) Względne i bezwzględne straty ciepła w sieci;
 - d) Z jednostkowymi stratami ciepła;
 - e) Przepływy masowe w źródle.
- 6.4.3 Tabel z danymi z rurociągów:
 - a) Jednostkowe straty ciepła na mb;
 - b) stratami ciepła w stosunku do normatywnych strat ciepła.
- 6.4.4 Wykresów piezometrycznych:
 - a) Wykres piezometryczny na ścieżce od źródła do węzła z najniższą dyspozycją;
 - b) Wykres piezometryczny na ścieżce od źródła do węzła z najniższym ciśnieniem powrotu i/lub do węzła wskazanego przez Zamawiającego.
- 6.5 Analiza dla odcinków sieci jednostkowych wskaźników strat ciepła na jednostkę przesyłu w wybranych okresach sezonu letniego i grzewczego określonych w symulacjach czasowych na bazie rzeczywistych danych godzinowych lub średniodobowych z uwzględnieniem akumulacji ciepłej systemu.
- 6.6 Określenie nowej tabeli temperatur na podstawie rzeczywistych danych pomiarowych (z uwzględnieniem strat i bez strat).
- 6.7 Analiza możliwości obniżenia tabeli temperatur z uwzględnieniem maksymalnej przepustowości sieci.
- 6.8 Określenie hydraulicznych „wąskich gardeł” systemu, propozycje zmian średnic przewodów.
- 6.9 Określenie metodyki postępowania odnośnie zmian temperatury zasilania sieci przy dużych wahaniami zapotrzebowania na ciepło w ciągu doby (szybka zmiana temperatury zewnętrznej i zmienność poboru ciepłej wody).

7. Uwagi

- 7.1. Oferent wszelkie obliczenia i analizy wykona w oparciu o dane, pliki, informacje posiadane przez Zamawiającego w postaci takiej jakie one są, opisane w punkcie 4 oraz 5.6 niniejszego dokumentu.
- 7.2. Oferent przekaze Zamawiającemu wszelkie modele zbudowane w OPROGRAMOWANIU oraz ich szczegółowe wyniki w postaci umożliwiającej późniejsze ich edytowanie przez Zamawiającego. Stopień szczegółowości wyników do ustalenia z Zamawiającym na etapie realizacji zamówienia.
- 7.3. Oferent ma przygotować w ramach prac modele, które mają dawać możliwość wykonywania obliczeń hydraulicznych i cieplnych w trybie czasu rzeczywistego, w tym obliczeń online w oparciu o dane z systemu SCADA, jak i obliczeń optymalizacyjnych.

8. Okres realizacji

Przedmiot zamówienia zostanie zrealizowany w okresie 5 miesięcy od daty podpisania Umowy. W okresie jednego tygodnia od podpisania umowy wybrany wykonawca wyspecyfikuje dane, które zamawiający ma przekazać Oferentowi, na co Zamawiający ma 3 tygodnie. Niedotrzymanie terminu 3 tygodniowego przez Zamawiającego powoduje przedłużenie umowy.



9. Referencje

Oferent powinien wykazać się wykonaniem przynajmniej 2 analiz o podobnym zakresie potwierdzone podpisany referencjami zamawiającego.