



Sieć ciepła

Innowacyjna diagnostyka



dr Michał Pietraszewski

Prezes Zarządu Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. we Wrocławku



mgr Zygmunt Katolik

Kierownik Działu Rozwoju i Inwestycji Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. we Wrocławku

W branży producentów energii ciepłej nie można dzisiaj mówić o wysokiej jakości usług bez podejmowania działań na rzecz ochrony środowiska. W artykule opisano wdrożenie innowacyjnego rozwiązania analizującego stan techniczny sieci ciepłowniczej eksploatowanej przez Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej we Wrocławku.

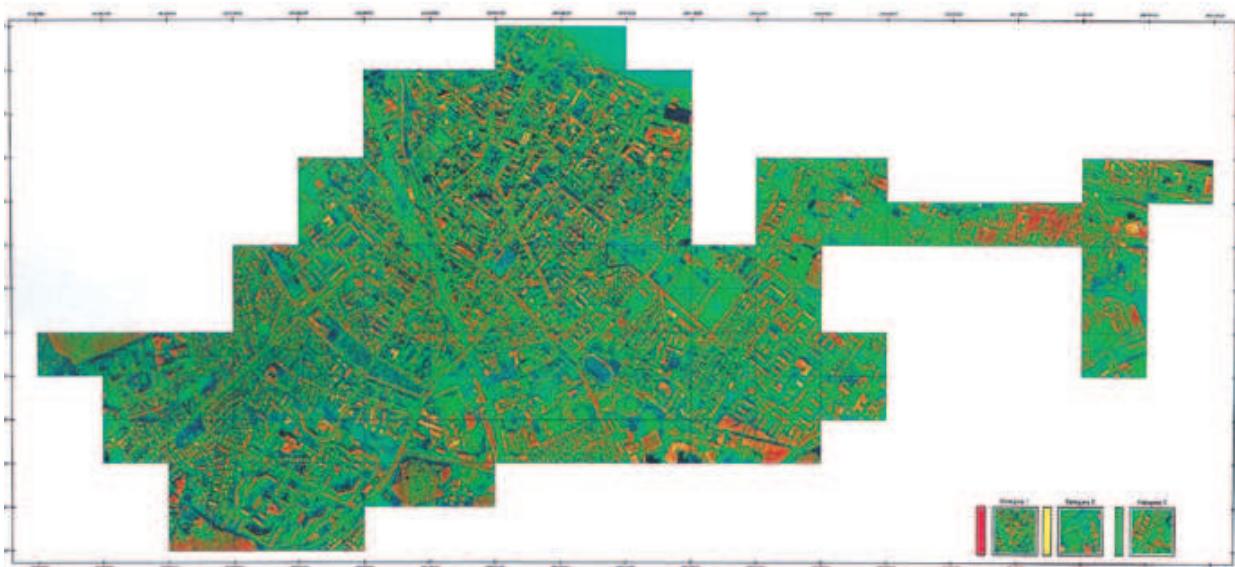
W Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej we Wrocławku poza źródłami wytwarzania ciepła, najważniejszym elementem w infrastrukturze ciepłowniczej spółki są sieci ciepłownicze. Tworzy ją wysokoparametrowa sieć¹:

- napowietrzana,
- kanałowa,
- preizolowana,
- sieć niskoparametrowa.

Charakterystyka systemu ciepłego

Ogólna długość sieci ciepłej w systemie ciepłym przedsiębiorstwa wynosi ponad 82 000 metrów bieżących. W efekcie podejmowanych działań inwestycyjnych w przedsiębiorstwie ulega ona systematycznej rozbudowie, co powoduje, że jej długość z roku na rok się zmienia. Eksploatowana przez przedsiębiorstwo sieć

ciepła charakteryzuje się różnym stanem technicznym. Jest on bardzo zróżnicowany ze względu na zastosowane technologie wykonania, różny czasookres eksploatacji oraz warunki terenowe, w jakich się on znajduje². Najstarsze odcinki sieci zbudowane systemem tradycyjnym, kanałowym z wydłużkami kompensacyjnymi pochodzą z lat 1968-1970, młodsze odcinki sieci z końca lata 70. Stanowią one 42% ogó-



Rys. 1. Mapa termalna w kolorze

Źródło: Raport-Ocena obrotu/kartowania termalnego obszaru objętego siecią ciepłowniczą miasta Wrocław





łu sieci przedsiębiorstwa. Sieć 30-letnia w przedsiębiorstwie stanowi 26% całości sieci ciepłej. Znacznie młodsze odcinki sieci ciepłej zostały zbudowane w technologii rur preizolowanych. Zostały one wybudowane w latach 1990-2010 i stanowią w przedsiębiorstwie około 32% całości sieci ciepłej, z czego 19% to sieć 20-letnia a 13% sieć mająca najwyżej 10 lat.

W minionych latach działalności przedsiębiorstwa ocena stanu technicznego sieci ciepłej była prowadzona głównie w toku niesystematycznych prac metodą odkrywkową przy okazji pojawienia się nieszczelności lub planowanych robót inwestycyjnych. Ta wizualna ocena stanu jakościowego rur systemu ciepłego angażowała znaczne zasoby i środki przedsiębiorstwa, będąc przy tym wysoce

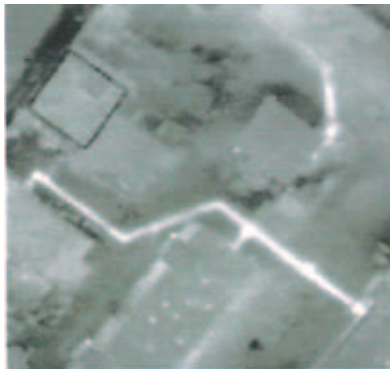
Ciepłej we Włocławku polegała na zobrażowaniu, rejestracji i interpretacji rozkładu temperatury na powierzchni badanego systemu dystrybucji energii ciepłej. Podczas procesu diagnostycznego urządzenie termowizyjne zastosowane do analiz odbierało promieniowanie podczerwone wysyłane przez badany obiekt, które zamieniane było na impulsy elektryczne proporcjonalne do jego mocy. Ponieważ moc promieniowania zależała w przypadku systemu Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Włocławku od temperatury obiektu, stąd wyniki badań termowizyjnych przedstawiono w postaci powierzchniowych rozkładów temperatury, czyli termogramów na warstwy topograficznej przedstawiającej system dystrybucji ciepła w przestrzeni infrastrukturalnej miasta.

zasobów finansowych przeznaczonych na remonty i inwestycje, a z drugiej zapobiega poważniejszym awariom, które w przypadku energetyki ciepłej generują istotne straty ekonomiczne oraz przyczyniają się do bardzo negatywnego oddźwięku społecznego.

Założone cele przedsięwzięcia

Podstawowymi kryteriami i przesłankami, jakimi się kierowano przy projektowaniu przedmiotowego przedsięwzięcia, było:

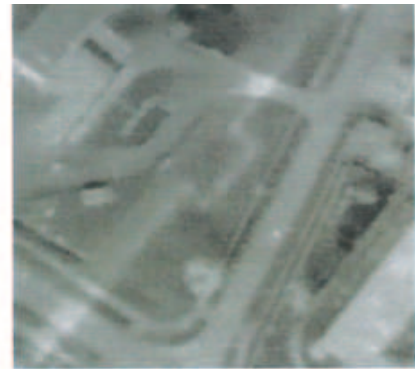
- ograniczenie strat energii ciepłej w systemie dystrybucyjnym,
- redukcja kosztów eksploatacji systemu ciepłego,
- zwiększenie bezpieczeństwa dostaw ciepła do odbiorców.



Anomalia klasy I



Anomalia klasy 2



Anomalia klasy 3

czasochłonna, kosztowna i nie przynosiła pożądanych efektów oczekiwanych przez organy spółki oraz klientów. W efekcie MPEC we Włocławku sięgnęło po najnowsze na świecie innowacyjne instrumenty w dziedzinie diagnostyki stanu jakościowego systemu przesyłowego przedsiębiorstwa, bazujące na termowizyjnych technologiach wojskowych.

Technologia termowizyjna

Termowizja jest metodą, która nie daje informacji o stratach ciepła, ale służy ocenie różnic na badanej powierzchni i zidentyfikowaniu ewentualnych zagrożeń, które generować mogą szeroko rozumiane straty zarówno dla samego przedsiębiorstwa, jak i dla jego otoczenia. Jest to obecnie najefektywniejsza metoda wykrywania wszelkich anomalii, w których główną rolę odgrywa rozkład temperatury.

Termowizja (termografia) zastosowana w Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki

Ta nowoczesna metoda pomiaru pozwoliła na zidentyfikowanie tego wszystkiego, czego oczy ludzkie nie widzą w normalnych warunkach oraz spostrzec to, co na co dzień może umknąć uwadze doświadczonym sieciowcom. Jest to jedyna metoda pomiarowa pokazująca w sposób obrazowy przy pomocy termogramów rozkład temperatur na powierzchni badanego obiektu.

Najważniejszym kierunkiem rozwoju MPEC-u Włocławek jest zapewnienie ciągłości dostawy energii ciepłej przy ciągłym wzroście sprawności wszystkich urządzeń zaangażowanych w proces wytwarzania oraz przesyłania energii ciepłej. Zgodnie z założeniami podjętych działań diagnostycznych przyjęto, iż wcześniej wykryte defekty objawiające się np. anomaliami temperaturowymi, mogą być usunięte w sposób zaplanowany – co z jednej strony stwarza możliwości wygenerowania odpowiednich

Co wpływa na obraz...

Na obraz uzyskiwany za pomocą kamery termograficznej wpływają przede wszystkim:

- temperatura badanego obiektu,
- widmowy zakres czułości aparatury termograficznej,
- emisyjność materiałów badanego obiektu,
- geometria lub geografia badanego obiektu.

Głównym w celu realizacji przedmiotowego projektu było opracowanie mapy termowizyjnej sieci ciepłowniczej miasta Włocławka celem umożliwienia spółce podjęcia działań ukierunkowanych na poprawę efektywności całego systemu. Ponadto ważnymi celami badania były:



Zalety technologii termowizyjnej:

- bezinwazyjność,
 - badania są nieniszczące,
 - wysoka dokładność,
 - szybkość dostępu do wyników,
 - zobrazowanie temperatury na powierzchni całego obiektu a nie tylko jego części,
 - podjęcie optymalnych działań termo-modernizacyjnych,
 - nie wymaga wyłączenia systemu ciepłego z ruchu,
 - możliwość komputerowej obróbki i analizy termogramów,
 - ograniczenie kosztów eksploatacji systemu ciepłego,
 - wcześniejsze zdiagnozowanie zagrożeń i uniknięcie przez to znacznych strat,
 - umożliwi planowanie w przedsiębiorstwie prac remontowych i inwestycyjnych.
- identyfikacja wszystkich mikro wycieków w sieci ciepłowniczej,
 - diagnoza stanu technicznego rur sieci ciepłowniczej i izolacji termicznej,
 - identyfikacja ewentualnego nielegalnego poboru ciepła z systemu ciepłego.

Diagnoza stanu technicznego

W celu zdiagnozowania stanu technicznego sieci przesyłowej MPEC-u Włocławek przeprowadzono nocne przeloty samolotem nad miastem z pokładu, z którego wykonano film do mapy termowizyjnej miasta Włocławka. W procesie zarządzania energią ciepłą pojawia się efektywne pole działania dla interpretacji zdjęć termalnych, ponieważ strat energii nie można zmierzyć innymi czujnikami, a dzięki odpowiednim działaniom inwestycyjno-remontowym można znacznie zredukować koszty eksploatacji sieci ciepłej w przedsiębiorstwach energetycznych poprzez obniżenie strat na przesyłach³.

Zbieranie danych zdjęciowych w termicznym obszarze podczerwieni (8-14 μ m) pozwala na uzyskanie dobrego przeglądu aktualnej sytuacji w zdefiniowanych warunkach pomiaru.

Zastosowana w przedsiębiorstwie metoda badawcza wsparta techniką komputerową i obiektywną prezentacją otrzy-

manyh wyników daje użytkownikowi systemu ciepłego możliwość konsekwentnego planowania działań w celu stworzenia koncepcji modernizacji lub kontroli wykonania podjętych działań w tym zakresie.

Umieszczona na mapach skala kontrolna barw lub odcieni szarości przedstawia zmierzone różnice temperatur (w stopniach Kelwina) w odniesieniu do odpowiednich barw/odcieni szarości. Skale ocen sieci ciepłowniczej polegają na względnym przyporządkowaniu zmian kolorystycznych w stosunku do otoczenia, które można zaobserwować poprzez zmianę barw. Stopniowanie oceny wykonywane jest następująco⁴:

- Nieznaczne wyróżniające się oznacza: zwiększenie gęstości promieniowania < K wobec otoczenia.
- Wyróżniające się oznacza: zwiększenie gęstości promieniowania $\geq 4-8K$ w stosunku do otoczenia i wskazuje na duże usterki w izolacji, z których powstają wycieki.
- Element silnie wyróżniający się oznacza: że gęstość promieniowania wyraźnie odróżnia się od otoczenia i ΔT jest $>8K$. W tych obszarach mają miejsce w danym wypadku wycieki czynnika grzewczego z rurociągów ciepłych.

Na rysunku nr 1 przedstawiono mapę termalną w kolorze sieci ciepłej Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Włocławku.

Efekty badania

Wyróżniające się pod względem termodynamicznym odcinki sieci grzewczej zostały przedstawione w 3 klasach uszeregowanych według danych współrzędnych.

Klasa I charakteryzuje odcinki sieci z widocznymi, poważnymi uszkodzeniami izolacji termicznej na rurociągach lub też z podejrzeniem wycieków z wydostawaniem się wody.

Klasa II obejmuje odcinki sieci również ze znacznymi uszkodzeniami izolacji termicznej na rurociągach. W Klasie tej występuje również podejrzenie ewentualnych wycieków z systemu przesyłowego, jednak w mniejszym stopniu niż w Klasie I.

W Klasie III występują wszystkie pozostałe anomalie w sieci ciepłej, które nie zostały przyporządkowane do Klasy I lub Klasy II.

Sporządzone mapy termalne oraz ich

szczegółowa analiza wykazały stosunkowo dużą ilość znaczących wyróżniających się termicznie elementów sieci ciepłowniczej spółki Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Włocławku:

- W Klasie I wytypowano 11 miejsc z podejrzeniem o wyciek czynnika grzewczego lub co najmniej ekstremalne uszkodzenie izolacji termicznej na rurociągach,
- W Klasie II pojawiła się liczba 53 anomalii na sieci ciepłej mających charakter poważnych usterek w izolacji termicznej o wysokim stopniu utraty ciepła. W Klasie tej występuje również podejrzenie ewentualnego wycieku gorącej wody z rurociągów ciepłowniczych,
- W Klasie III zdiagnozowano o wiele większą liczbę ogólnych anomalii w systemie ciepłym niż w Klasach I i II. Liczba miejsc problemowych w tej Klasie wynosi 180.

Poniższe zdjęcia obrazują elementy sieci ciepłej Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Włocławku wyróżniające się termicznie. Przedstawiają one miejsca problemowe w systemie ciepłym po jednym przykładzie dla każdej Klasy.

* * *

Niezależnie od rzeczywistych przyczyn liczby zidentyfikowanych anomalii termicznych w badanej sieci ciepłej przedsiębiorstwa pojawiła się konieczność wzmoczonego działania ukierunkowanego na zwiększenie stopnia efektywności dostarczania energii ciepłej odbiorcom oraz przyszłej redukcji obecnie istniejących strat ciepłych w systemie dystrybucyjnym spółki.

Badania dały spółce precyzyjną wiedzę o miejscach, które należy zbadać bardzo szczegółowo, by ograniczyć ubytki ciepła do otoczenia z systemu ciepłego. Dzięki posiadanym zdjęciom termowizyjnym przedsiębiorstwo bardzo efektywnie pod względem technicznym i ekonomicznym zaczęło eliminować potencjalne miejsca najbardziej zagrożone awarią systemu ciepłowniczego.

Posiadana wiedza pozwala oszczędzać czas i ograniczać środki finansowe na szukanie lokalizacji usterek w systemie ciepłym oraz dała solidne podstawy do wytyczenia długoterminowej strategii wymiany znacznie wyeksploatowanej sieci



cieplnej oraz jej naprawy, wyznaczając kolejność i priorytet działań w przyszłych latach funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Badania termowizyjne zidentyfikowały nie tylko słabe punkty sieci ciepłej przedsiębiorstwa, ale także pokazały ubytki ciepła w budynkach znajdujących się we Włocławku na obszarze objętym zakresem przedmiotowego badania.

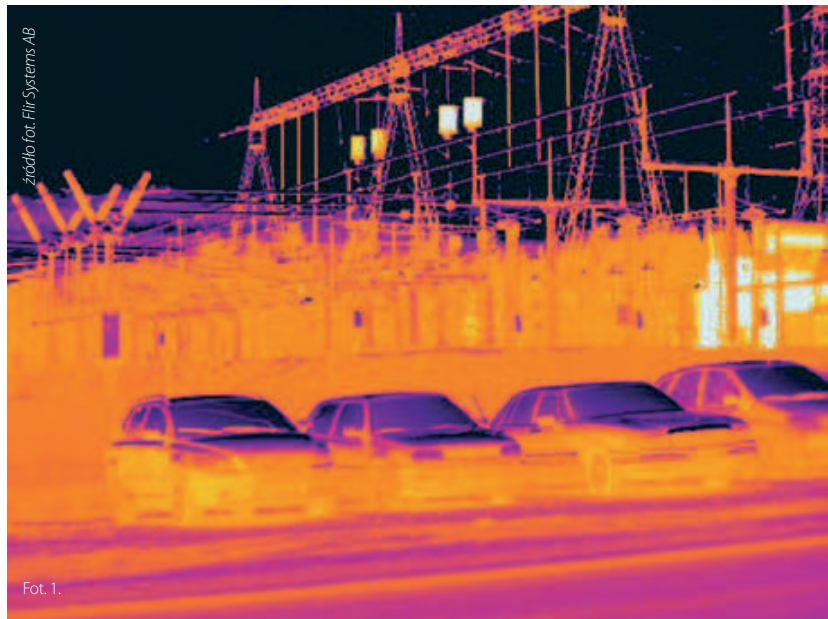
Na podstawie posiadanej wiedzy opartej na wynikach badań podjęte działania w spółce powodują systematyczne ograniczanie strat energii cieplnej na jej przesyłce, eliminują jej ubytki w gorącej wodzie oraz obniżają koszty produkcji ciepła w przedsiębiorstwie. Odbiorcom pozwalają redukować koszty ogrzewania poprzez działania termomodernizacyjne.

Redukcja strat energii cieplnej znacząco wpływa na zmniejszenie zużycia mialu węglowego do procesu produkcji ciepła w przedsiębiorstwie, w dużym stopniu ogranicza emisję dwutlenku węgla, siarki i pyłu do atmosfery z instalacji Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Włocławku, a tym samym poprawia powietrze atmosferyczne w mieście i stwarza zdrowe warunki do życia mieszkańcom.

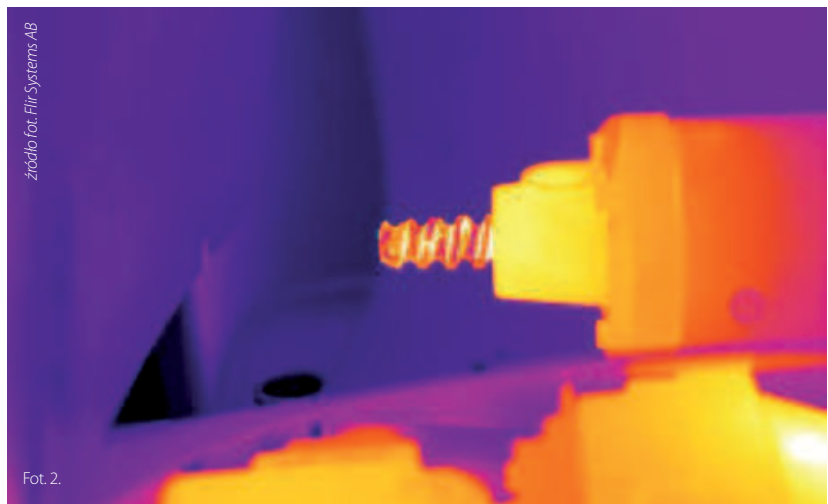
Literatura dostępna na
www.energetyka.e-bmp.pl

- ¹ Zob. więcej, Katolik Z, Tomaszewski D, System ciepły MPEC we Włocławku, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, Nr 2/2008, s. 68.
- ² Katolik Z, Tomaszewski D, System ciepły Miejskiego Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej we Włocławku, „Nowoczesne Ciepłownictwo” Nr 11/2007, s. 23.
- ³ Raport-Ocena obrotu/kartowania termalnego obszaru objętego siecią ciepłowniczą miasta Włocławek, s.2.
- ⁴ Ibidem, s.5.

Pomiary termowizyjne oprócz zastosowania wymienionego w niniejszym artykule, są również szerzej wykorzystywane w energetyce i nie tylko. Zdjęcia (fot. 1, fot. 2, fot. 3) udostępnione dzięki uprzejmości firmy Flir Systems AB. Mają na celu przedstawienie innych, ciekawych pomiarów termowizyjnych



Fot. 1.



Fot. 2.



Fot. 3.

