



Ochrona i bezpieczeństwo dostaw ciepła w dobie transformacji energetycznej. Jakie rozwiązania są stosowane w systemie ciepłowniczym miasta Rzeszowa?

Protection and security of heat supply in the era of energy transformation. What solutions are used in the Rzeszow heating system?



Mgr inż. Wojciech Orzech

Zastępca Kierownika Działu
Eksploatacji i Dyspozycji Sieci
Ciepłowniczej BOK
Dyspozytor Sieci Ciepłowniczej
MPEC Rzeszów Sp. z o.o.
w.orzech@mpecrzeszow.pl



Jacek Mazur

Specjalista na ds. obrony cywilnej
MPEC Rzeszów Sp. z o.o.
j.mazur@mpecrzeszow.pl



Dr hab. inż. Bożena Babiarz, prof. PRZ

ORCID ID: [0000-0001-7153-5975](https://orcid.org/0000-0001-7153-5975)
Wydział Budownictwa, Inżynierii
Środowiska i Architektury
Politechnika Rzeszowska
bbabiarz@prz.edu.pl

Słowa kluczowe: transformacja energetyczna, eksploatacja systemu ciepłowniczego, niezawodność, bezpieczeństwo dostaw ciepła, ochrona infrastruktury sieci ciepłowniczej

Streszczenie

W artykule przedstawiono zagadnienia ryzyk operacyjnych i ochrony infrastruktury w procesie eksploatacji sieci ciepłowniczej, ze szczególnym uwzględnieniem niezawodności dostaw ciepła dla miasta Rzeszowa. Metodyka opiera się na studium przypadku rzeszowskiego systemu ciepłowniczego. Przeanalizowano dane z narzędzi modelowania hydraulicznego, łączących bazy GIS z oprogramowaniem Audytor SCW, a także oceniono wdrożone procedury ochrony fizycznej obiektów pod kątem obrony cywilnej i zarządzania kryzysowego. Najważniejsze wyniki potwierdzają, że wymiana izolacji na magistralnych sieciach napowietrznych obniża straty ciepła na przesył o około 47%. Modelowanie wykazało ponadto, że średni czas dopływu czynnika grzewczego do odbiorców końcowych wynosi do 7 godzin. Główne wnioski wskazują, że bezwładność termodynamiczna i hydrauliczna systemu wymaga ewolucyjnego tempa zmian technologicznych podczas transformacji energetycznej. Utrzymanie bezpieczeństwa dostaw ciepła opiera się na całodobowym nadzorze dyspozytorskim i systemu telemetrii, a kluczem do bezpiecznej przyszłości systemu jest integracja ciepłownictwa z elektroenergetyką (Sector Coupling) przy zapewnieniu odpowiedniego bufora czasowego na inwestycje.

Keywords: renewable energy sources (RES), heat pump selection, modular buildings, railway stations, climatic zones, SCOP, heat demand

Abstract

The article presents the issues of operational risks and infrastructure protection in the operation of a district heating network, with particular emphasis on the reliability of heat supply for the city of Rzeszow. The methodology is based on a case study of the Rzeszow district heating system. Data from hydraulic modeling tools combining GIS databases with Audytor SCW software were analyzed, and implemented physical protection procedures for facilities were assessed for civil defense and crisis management purposes. Key findings confirm that replacing insulation on overhead mains reduces heat losses during transmission by approximately 47%. The modeling also showed that the average delivery time of the heating medium to end users is up to 7 hours. The main conclusions indicate that the thermodynamic and hydraulic inertia of the system requires an evolutionary pace of technological change during the energy transition. Maintaining the security of heat supply relies on 24/7 dispatch supervision and a telemetry system, and the key to a secure future for the system is the integration of district heating with the power sector (Sector Coupling), while ensuring an adequate time buffer for investments.

Wstęp

W obecnym czasie przyspieszającej transformacji energetycznej, polskie systemy ciepłownicze stają przed zasadniczym pytaniem o definicję niezawodności i bezpieczeństwa dostaw ciepła. Tradycyjny model sieci ciepłowniczych, który był projektowany w okresie źródeł

węglowych oraz stałych parametrów sieciowych, musi dziś sprostać wymaganiom przepisów unijnych oraz polskich aktów prawnych narzucających sukcesywne i kompleksowe przejście ku systemom nie tylko efektywnym energetycznie i niskoemisyjnym, lecz także optymalnych kosztowo zarówno dla przedsiębiorstw ciepłowniczych jak i odbiorców końcowych.

Wyzwanie to nie jest jedynie kwestią zmiany miksu paliwowego, opartego na głębokiej dekarbonizacji, integracji sektora ciepłowniczego z elektroenergetyką (tzw. Sector Coupling), lecz przede wszystkim próbą utrzymania ciągłości eksploatacyjnej w warunkach zwiększonej dynamiki hydraulicznej i cyfrowej złożoności (Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021). W artykule wskazano, w jaki sposób profesjonalna eksploatacja i dyspozycja sieciowa, ochrona infrastruktury sieciowej oraz nowoczesne narzędzia analityczne stają się nie tyle wsparciem, co fundamentem gwarantującym niezawodność i bezpieczeństwo dostaw ciepła, czyniąc z nadchodzących wyzwań transformacyjnych szansę na budowę odpornego na przyszłe kryzysy systemu ciepłowniczego.

Rozpatrywanym przypadkiem w postaci case study będzie miejski system ciepłowniczy miasta Rzeszowa, zarządzany przez Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej – Rzeszów Spółkę z ograniczoną odpowiedzialnością (MPEC-Rzeszów). Artykuł ma na celu przybliżenie w aspekcie praktycznym ryzyk operacyjnych w procesie transformacji, z którymi mierzy się kadra MPEC-Rzeszów oraz zagadnienia obejmujące ochronę infrastruktury sieci ciepłowniczej realizowaną pod kątem obrony cywilnej, sytuacji geopolitycznej, a także niezawodności eksploatacyjnej dostaw ciepła do odbiorców końcowych oraz bezpieczeństwa energetycznego miasta Rzeszowa.

Fizyka nie znosi pośpiechu. Dlaczego ciepłownictwo potrzebuje własnego tempa?

Z chwilą włączenia polskiej gospodarki w struktury Unii Europejskiej oraz system handlu emisjami ETS, a więc blisko od ponad dwóch dekad, dysponowano odpowiednim czasem na przygotowanie infrastruktury ciepłowniczej i elektroenergetycznej do zmian. Środki pozyskiwane z handlu uprawnieniami do emisji nie zasiłały w pełni sektora do spokojnego procesu modernizacyjnego zarówno źródeł wytwórczych oraz sieci ciepłowniczych i elektroenergetycznych. W efekcie, dzisiejsze obserwowane przyspieszenie transformacji energetycznej nosi znamiona chaotycznego nadrabiania zaległości. Na rynku obserwuje się silną presję technologiczną oraz legislacyjną – różne środowiska promują konkretne technologie i urządzenia, różne metodyki zmian legislacyjnych. Zatwierdzenie przebiegu transformacji energetycznej z Komisją Europejską nie zostało pomyślnie sfinalizowane, wiele ważnych strategicznych dokumentów dla polskiego sektora elektroenergetycznego i ciepłowniczego nie zostało w pełni ukończonych i zatwierdzonych (URE, 2026). Autorzy, jako inżynierowie eksploatacji nie polemizują z samą koniecznością dekarbonizacji. Potwierdzany jest fakt, iż transformacja energetyczna musi nastąpić. Zasadniczy problem tkwi jednak w narzuconym tempie zmian i kierunku, w którym zmierza. Kluczowym aspektem, który może współgrać ze sobą jest integracja sektora ciepłowniczego z elektroenergetyką (Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021).

Próby przebudowy infrastruktury ciepłej miast w przestrzeni najbliższych kilku lat pomijają w swoim aspekcie podstawowe prawa fizyki. System ciepłowniczy to „organizm” o potężnej bezwładności cieplnej i hydraulicz-

nej. Zmiana parametrów pracy, integracja rozproszonych źródeł wytwórczych czy obniżanie krzywych grzewczych wymagają odpowiedniego czasu i precyzyjnego zestrojenia. Systemy ciepłownicze jako systemy rozproszone, nie funkcjonują w środowisku zbliżonym do środowiska pracy systemu elektroenergetycznego – choć i ten boryka się dziś z potężnymi barierami przesłowymi – gdzie medium można przekierować w ułamku sekundy. W ciepłownictwie mamy do czynienia z setkami ton nośnika ciepła w ciągłym ruchu, oporami sieci i zjawiskami termodynamicznymi, które w swoim działaniu nie tolerują gwałtownych, wymuszonych legislacyjnie rewolucji.

Należy jednak podkreślić różnicę w skali i architekturze. Każdy miejski system ciepłowniczy to unikalny, lokalny „organizm” współpracy źródeł wytwórczych i sieci ciepłowniczej. Można rzec, iż zwyczajowo jest „uszyty na miarę” potrzeb konkretnej aglomeracji, zdeterminowany poprzez ukształtowanie terenu, gęstością, wysokością i wiekiem zabudowy oraz historycznym modelem rozwoju infrastruktury, co doskonale widać na przykładzie rzeszowskiego systemu ciepłowniczego. Sieci ciepłowniczej nie można traktować szablonowo, schematycznie i wdrażać w niej z dnia na dzień rozwiązania kopiowane z ogólnokrajowego systemu elektroenergetycznego.

Docelowo, system ciepłowniczy może, a wręcz powinien, stać się elastycznym elementem większego, zintegrowanego systemu elektroenergetycznego – chociażby pełniąc funkcję wielkiego, buforowego magazynu energii ciepłej dla stabilizacji pracy sieci elektroenergetycznych (Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021). Aby jednak ta integracja nie zakończyła się technicznym paraliżem, systemom ciepłowniczym należy zapewnić odpowiedni margines czasu i przestrzeni technologicznej. Należy uwzględnić ich naturalną bezwładność i lokalną specyfikę. Próba forsowania szybkich zmian bez zastosowania tego bufora czasowego uderzy bezpośrednio w to, co z perspektywy dyspozycji sieciowej jest wartością nadrzędną – w niezawodność oraz bezpieczeństwo dostaw ciepła do tysięcy odbiorców końcowych (Babiarz i in., 2024; Babiarz & Szymański, 2021).

Cyberbezpieczeństwo, integracja ciepłownictwa z elektroenergetyką i rola operatorów systemów ciepłowniczych w aspekcie bezpieczeństwa dostaw ciepła

Ewolucja systemów ciepłowniczych w stronę sieci inteligentnych (Smart Grids) sprawia, że tradycyjna bariera między sferą informatyczną (w skr. IT) a technologią operacyjną (w skr. OT) niemal całkowicie zanika (Osmólski, 2026). Szczególnym wyzwaniem pozostają starsze urządzenia przemysłowe, które projektowano przed dekadami bez wbudowanych mechanizmów szyfrowania czy uwierzytelniania, co w dobie powszechnej łączności czyni je podatnymi na manipulację parametrami pracy, takimi jak przepływy mocy czy sygnały sterujące, co może prowadzić do destabilizacji dostaw ciepła. Wprowadzenie dyrektywy NIS2 oraz jej implementacja poprzez nowelizację ustawy o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa (w skr. KSC) stanowi fundament nowej architektury ochrony infrastruktury krytycznej, w tym sektora ciepłowniczego

(Ustawa o KSC, Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, 2026a). Regulacje te znacząco rozszerzają krąg podmiotów objętych obowiązkami – obecnie operatorzy wytwarzający ciepło na podstawie koncesji są traktowani jako podmioty kluczowe lub ważne, co nakłada na nich rygorystyczne wymogi w zakresie zarządzania ryzykiem i ciągłości działania. Kluczową zmianą prawną jest przeniesienie bezpośredniej odpowiedzialności za stan cyberbezpieczeństwa na kadre kierowniczą wyższego szczebla, co wymusza odejście od traktowania ochrony cyfrowej jako problemu wyłącznie technicznego. Skuteczna obrona nowoczesnego systemu ciepłowniczego wymaga podejścia wielowarstwowego, opartego na uwzględnianiu zabezpieczeń już na etapie projektowania. Z perspektywy operacyjnej fundamentem pozostaje integracja funkcji monitoringu, stałe podnoszenie kompetencji cyfrowych kadry inżynierskiej oraz zapewnienie możliwości bezpiecznego przejścia na sterowanie ręczne w sytuacjach kryzysowych.

Współczesne bezpieczeństwo systemów ciepłowniczych opiera się na odejściu od dominacji jednego źródła energii na rzecz budowy inteligentnego, zdywersyfikowanego miksu technologicznego. Integracja różnych nośników ciepła, takich jak biomasa, biogaz, energia ze spalania odpadów czy odnawialne źródła energii (w skr. OZE), staje się warunkiem przetrwania sektora i jego odporności na zmienność rynkową oraz geopolityczną. Fundamentem odporności przyszłych systemów jest koncepcja *Sector Coupling*, czyli głęboka integracja ciepłownictwa z sektorem elektroenergetycznym, gazowniczym oraz gospodarką odpadami. Kluczową rolę odgrywają tu technologie *Power-to-Heat* (w skr. P2H), takie jak wielkoskalowe pompy ciepła i kotły elektrodowe, które pozwalają na transformację nadwyżek energii elektrycznej z OZE w ciepło użytkowe. Dzięki temu systemy ciepłownicze mogą pełnić funkcję gigantycznego bufora dla KSE, gromadząc nadmiar mocy w okresach wysokiej generacji wiatrowej lub słonecznej, co stabilizuje sieć i ogranicza konieczność kosztownego ograniczania pracy źródeł zielonej energii. Ważnym filarem odporności są również systemy hybrydowe oraz zaawansowane magazyny ciepła, które pozwalają na czasowe oddzielenie produkcji energii od jej zużycia. Nowoczesne elektrociepłownie ewoluują w stronę wielofunkcyjnych hubów energetycznych, łączących elastyczną kogenerację gazową z magazynami dobowymi i sezonowymi oraz instalacjami OZE. Akumulacja energii w postaci ciepła jest procesem znacznie tańszym, niż technologie bateryjne, co pozwala na gromadzenie energii w okresach niskich cen i jej oddawanie w szczytach zapotrzebowania, gwarantując niezawodność dostaw nawet w trudnych warunkach pogodowych (Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2021). Pełna integracja tych rozwiązań, wsparta cyfrowym monitoringiem, tworzy nowoczesną strukturę ciepłowniczą, która jest w stanie zapewnić ciągłość usług przy minimalnym śladzie węglowym.

Bezpieczeństwo współczesnych systemów ciepłowniczych, mimo postępującej automatyzacji, wciąż w decydującym stopniu zależy od czynnika ludzkiego (Osmólski, 2026). Człowiek pełni w tym układzie wiele różnych ról – od projektanta systemu, przez wykonawcę, aż po eksploatatora odpowiedzialnego za codzienne zarządzanie. W dobie transformacji cyfrowej rola kadry inżynierskiej ulega jednak fundamentalnej zmianie: pracownicy prze-

stają być wyłącznie operatorami urządzeń, stając się analitykami nadzorującymi systemy poprzez decyzje w czasie rzeczywistym. Automatyzacja nie eliminuje człowieka z systemu, lecz wspiera go, pozwalając dyspozytorom skupić się na analizie i przewidywaniu zagrożeń zamiast na prostych reakcjach operacyjnych. Sektor ciepłowniczy mierzy się obecnie z głęboką luką pokoleniową i kompetencyjną, co wymusza restrukturyzację zatrudnienia oraz zmianę profilu potrzeb kadrowych. Fundamentem stabilności przedsiębiorstwa staje się umiejętne połączenie doświadczenia starszych pracowników z nowym spojrzeniem młodych pracowników rozpoczynających swoją ścieżkę kariery. Warunkiem bezpiecznego przejścia przez proces transformacji jest wdrożenie systemowych programów kształcenia i szkoleń z zakresu zarządzania projektami, nowoczesnych technologii oraz analityki danych. Budowanie świadomości zagrożeń musi obejmować wszystkie szczeble organizacji – od kadry zarządzającej odpowiedzialnej za strategię, po pracowników terenowych mających bezpośredni kontakt z infrastrukturą. Rola edukacyjna przedsiębiorstw ciepłowniczych wykracza również poza ramy wewnętrzne, obejmując edukację oraz doradztwo dla odbiorców końcowych. Współczesne spółki ciepłownicze pełnią funkcję doradcy energetycznego, ucząc mieszkańców racjonalnego zużycia ciepła, korzyści z termomodernizacji oraz wyjaśniając zawiłości dekarbonizacji. Takie podejście pozwala na budowanie zaufania społecznego, które jest niezbędnym elementem akceptacji dla kosztownych inwestycji infrastrukturalnych.

Ochrona infrastruktury sieci ciepłowniczej realizowana przez MPEC-Rzeszów Sp. z o.o. – studium przypadku

Trwająca od kilku lat wojna w Ukrainie oraz incydenty związane atakami dywersyjnymi na infrastrukturę kolejową w Polsce w ubiegłym roku pokazują, że należy dokonać analizy bezpieczeństwa infrastruktury komunalnej zapewniającej bezpieczeństwo mieszkańców miast. Niewątpliwie do takiej infrastruktury należy zaliczyć obiekty i sieci przesyłowe systemu ciepłowniczego. Obowiązujące akty prawne takie jak Ustawa o zarządzaniu kryzysowym z dnia 27 kwietnia 2007 roku określa obiekty i systemy infrastruktury krytycznej (w skr. IK), które muszą podlegać obowiązkowej ochronie (Ustawa o zarządzaniu kryzysowym, Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, 2026c). O tym czy obiekt lub system zalicza się do IK decydują szczegółowe kryteria zapisane w niejawnym załączniku do Narodowego Programu Ochrony Infrastruktury Krytycznej.

W tym aspekcie prawnym obiekty i systemy ciepłownicze nie są zaliczane do infrastruktury krytycznej, jednak Ustawa o ochronie osób i mienia z dnia 22 sierpnia 1997 r. w rozdziale 2 ust. 3 opisuje obiekty i urządzenia szczególnie ważne dla funkcjonowania aglomeracji miejskich, które powinny podlegać obowiązkowej ochronie (Ustawa o ochronie osób i mienia, tj. Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, 1997). W rozdziale ustawodawca określa rodzaj ochraniających obiektów m.in. elektrownie i ciepłownie. Jednak powyższy zapis nie stanowi o ochronie innych również ważnych obiektów i elementów infrastruktury ciepłowniczej takich jak np. naziemne sieci ciepłownicze, komory napowietrzne lub obiekty przepompowni, któ-

rych zniszczenie może spowodować długotrwałą przerwę w dostawach ciepła systemowego do odbiorców.

Na mocy ustawy o ochronie ludności i obronie cywilnej z dnia 5 grudnia 2024 r. MPEC-Rzeszów został zarządzeniem prezydenta miasta Rzeszowa wyznaczony jako podmiot ochrony ludności z głównym zadaniem zapewnienia ciągłości dostaw ciepła i ciepłej wody dla mieszkańców miasta w czasie kryzysu, stanu klęski żywiołowej, stanu wojennego i czasie wojny (Ustawa o ochronie ludności i obronie cywilnej, tj. Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, 2024a). Wypełniając zapisy przedmiotowego zarządzenia dokonano oceny stanu bezpieczeństwa obiektów, infrastruktury ciepłowniczej oraz systemu sterowania pracą sieci.

MPEC-Rzeszów Sp. z o.o. od ponad 60 lat dostarcza ciepło systemowe dla mieszkańców miasta, zaczynając od systemu opartego na węglu i gazie do niskoemisyjnych źródeł wyspowych i pełnej digitalizacji. W latach 2015–2024 dokonano modernizacji i rozbudowy 114 km sieci i przyłączy, zainstalowano 766 nowoczesnych węzłów cieplnych (MPEC, 2026).

Prowadząc nowe inwestycje nie zapomniano o bezpieczeństwie w zakresie dostaw ciepła. Obejmują one działania modernizacji sieci polegające na wymianie starych i nieefektywnych rur kanałowych na nowoczesne odcinki sieci z rur preizolowanych. Proces przesyłu ciepła jest monitorowany przez system telemetrii, zdalnego odczytu liczników i monitoringu sieci. Zabezpieczenia systemu monitorowania i sterowania pracą sieci ciepłowniczej są pierwszym krokiem w celu zapewnienia bezpieczeństwa dostaw ciepła systemowego. Kolejnym ważnym elementem to ochrona i dozór fizyczny obejmujący obiekty administracyjne, magazyn główny i obiekt pogotowia ciepłowniczego.

W zakresie ochrony fizycznej kluczowych obiektów MPEC-Rzeszów korzysta z usług specjalistycznej firmy ochrony zapewniającej ochronę fizyczną obiektu magazynu głównego oraz utrzymanie w sprawności eksploatacyjnej systemu sygnalizacji włamania i systemu kamer przemysłowych telewizji dozorowej.

Ochrona i dozór obiektów MPEC-Rzeszów oparty jest o całodobowy dyżur dyspozytorów pogotowia ciepłowniczego. Dyspozytor pogotowia jest pierwszym ogniwem, który podejmuje decyzje w zakresie oceny sytuacji kryzysowej i powiadamiania osób funkcyjnych. Monitoring wizyjny wszystkich kluczowych obiektów jest dostępny dla dyspozytora pogotowia ciepłowniczego, ponadto posiada on informację o działaniu systemu włamania do budynków.

Przeprowadzona analiza zagrożeń dla systemu ciepłowniczego miasta Rzeszowa wskazuje na niewielkie prawdopodobieństwo przeprowadzenia uszkodzenia sieci w wyniku ataków dywersyjnych, niemniej jednak występują wrażliwe elementy sieci, których uszkodzenia spowodowałyby braki w dostawie ciepła systemu dla mieszkańców miasta. Są to szczególnie elementy sieci napowietrznej prowadzące od źródeł ciepła – elektrociepłowni, dlatego podejmuje się starania prowadzenia ochrony wizyjnej newralgicznych odcinków. Ponadto wykorzystywane są mobilne patrole pracowników Wydziałów Eksploatacji, polegające na kontroli stanu sieci, sprawdzeniu komór napowietrznych oraz przepompowni.

Stan infrastruktury ciepłowniczej miasta to nie tylko nowoczesne rozwiązania i transformacja sieci ciepłowniczej, ale również ochrona obiektów i urządzeń przed nie-

uprawnioną ingerencją. W tym zakresie MPEC-Rzeszów realizuje proces bezpieczeństwa rozwijając nowe projekty mające na celu zabezpieczenie infrastruktury ciepłowniczej i zapewnienie ciągłości dostaw ciepła systemowego dla mieszkańców miasta.

Praktyczne zarządzanie niezawodnością i bezpieczeństwem w realnej eksploatacji sieci ciepłowniczej na przykładzie Miejskiego Systemu Ciepłowniczego w Rzeszowie – studium przypadku

Miejski System Ciepłowniczy w Rzeszowie liczy ponad 256 km sieci ciepłowniczych, w tym prawie 80% stanowią sieci wykonane w technologii rur preizolowanych. Sieci napowietrzne (tradycyjne) stanowią około 8%, zaś sieci kanałowe około 10% (MPEC, 2026).

Sieci napowietrzne stanowią jeden z ważnych elementów systemu ciepłowniczego, ponieważ ich lokalizacje obejmują funkcję transportu nośnika ciepła wytworzonego przez dwa niezależne źródła ciepła, zlokalizowane po dwóch przeciwnych stronach miasta Rzeszowa (MPEC, 2026). Ze źródeł ciepła wyprowadzone są napowietrzne sieci magistralne (Rysunek 1), których zadaniem jest rozprowadzenie ciepła na terenie miasta, przy wykorzystaniu geometrii pierścieniowo – promieniowej z kilkunastoma dużymi pierścieniami (MPEC, 2026). Długotrwała eksploatacja sieci napowietrznych wiąże się z ryzykiem wystąpienia zwiększonych strat ciepła na przesyle z uwagi na stan techniczny izolacji termicznej rurociągów, eksploatowanych od ponad 50 lat. Mając świadomość występowania strat ciepła oraz związanych z nimi kosztów, MPEC-Rzeszów starając się zapewnić niezawodność i bezpieczeństwo dostaw ciepła podejmuje się szeregu działań w celu ich ograniczenia.

Rozpoczęto wymianę izolacji na sieciach napowietrznych magistralnych wychodzących od źródeł ciepła (Rysunek 2). Wytypowana została w pierwszej kolejności sieć magistralna wychodząca ze źródła ciepła zlokalizowanego w północno-wschodniej części Rzeszowa, której łączna długość wynosi ponad 1800 m. Założony do realizacji plan



Rysunek 1. Wymiana izolacji na rurociągu zasilającym - stan przed wymianą (MPEC, 2026)

Figure 1. Replacing the insulation on the supply pipeline - condition after replacing (MPEC, 2026)

termomodernizacji infrastruktury ciepłowniczej wymaga wysokich nakładów finansowych. Rozłożony w perspektywie kilku lat proces pozwoli na poprawę niezawodności i bezpieczeństwa dostaw ciepła do odbiorców końcowych, którego wynikiem będzie minimalizacja strat ciepła na przesyle. MPEC-Rzeszów w drodze postępowania przetargowego zlecił prace producentowi i autorowi zastosowanej technologii łupin izolacyjnych wykonanych wraz ze zespolonym płaszczem. Przeprowadzona wstępna analiza wybranego odcinka sieci napowietrznej do wymiany izolacji pozwoliła na ograniczenie strat na przesyle o około 47%. Wyeliminowanie tak znaczącej wartości strat ciepła zostało udokumentowane ponownym wykonaniem zdjęć termowizyjnych tego odcinka sieci.

Podjęmowane przez kadrę zarządzającą MPEC-Rzeszów decyzje obejmujące kompleksowe podejście do eksploatacji napowietrznych sieci ciepłowniczych poprzez wdrażanie planu sukcesywnej wymiany izolacji termicznej wraz z zabezpieczeniem konstrukcji nośnych stanowi wyraźny efekt w postaci redukcji strat ciepła na przesyle, a także otwiera nowe możliwości dla dalszego ich wykorzystania w przyszłości. Przyszłość ta nie kończy się na zapewnieniu niezawodności i bezpieczeństwa dostaw ciepła, lecz także pozwala zainicjować nowe kierunki transformacji energetycznej i dekarbonizacji systemu ciepłowniczego miasta Rzeszowa.

Jednym z kolejnych aspektów pozwalającym na zapewnienie niezawodności dostaw ciepła jest prowadzenie odpowiedniej eksploatacji sieci ciepłowniczej poprzez diagnozowanie stanu technicznego i eliminacja strat nośnika ciepła. Zagrożeniem dla ciągłości pracy sieci są awarie wywołane korozją zewnętrzną rurociągów, wynikającą z zawilgocenia izolacji. W warunkach pracy systemu ciepłowniczego miasta Rzeszowa kluczowe dla bezawaryjno-

ści stało się wdrożenie nowoczesnych metod diagnostycznych (Babiarz i in., 2024; MPEC, 2026): wykorzystanie termowizji lotniczej, stosowanie systemów alarmowych oraz kontrola ubytków wody sieciowej.

- Lotnicze zdjęcia termowizyjne wraz z opracowanymi raportami pozwalają na zlokalizowanie występujących anomalii temperaturowych w terenie na trasie sieci ciepłowniczej zarówno podziemnej jak i napowietrznej. Dzięki temu służby eksploatacyjne mogą wykryć miejsca potencjalnej awarii zanim dojdzie do rozszczelnienia rurociągu.
- Zastosowano system alarmowy RATMON, poprzez zamontowane detektory RAT-1 oraz RAT-2, które swoim zasięgiem obejmują łącznie około 100 km sieci preizolowanych (MPEC, 2026). Stały monitoring stanu izolacji pozwala na natychmiastowe wykrycie zawilgocenia złącza lub płaszcza, dając czas na zaplanowanie naprawy bez konieczności wprowadzania nagłych wyłączeń awaryjnych.
- Ciągły nadzór nad bilansowaniem masowym czynnika w układzie systemu pozwala natychmiast wychwycić ponadnormatywne ubytki i zlokalizować nieuszczelnności.

Niezawodność miejskiego systemu ciepłowniczego weryfikuje się także w sytuacjach kryzysowych – podczas nagłych awarii głównych i rozdzielczych sieci ciepłowniczych lub podczas realizacji zadań inwestycyjno – remontowych. W codziennej praktyce eksploatacyjnej MPEC-Rzeszów wypracowano procedury minimalizujące skutki przerw w dostawach ciepła.

- Wykorzystanie układu pierścieniowego. Geometria sieci pozwala na szybkie przekierowanie strumienia czynnika ciepłowniczego alternatywnymi trasami (zamknięcie odpowiednich sekcji armatury odcinającej



Rysunek 2. Wymiana izolacji na rurociągu zasilającym - stan po wymianie (MPEC, 2026)

Figure 2. Replacing the insulation on the supply pipeline - condition after replacing (MPEC, 2026)



Rysunek 3. Sieć ciepłownicza tymczasowa w trakcie remontu sieci ciepłowniczej przy ul. Trembeckiego w Rzeszowie (MPEC, 2026)

Figure 3. Temporary heat supply system during renovation of heat supply system on Trembeckie Street in Rzeszów (MPEC, 2026)

i otwarcie obejść). Pozwala to na wyłączenie uszkodzonego odcinka bez odcinania całych osiedli mieszkaniowych lub rejonów zasilania.

- Zastosowanie mobilnych kotłowni kontenerowych. W przypadkach wystąpienia awarii lub planowanych prac inwestycyjno - remontowych, kluczowe dla utrzymania ciągłości dostaw ciepła (szczególnie w sezonie grzewczym) jest szybkie wdrożenie gotowych do pracy kotłowni kontenerowych, które tymczasowo zasilają obiekty krytyczne (jednostki oświaty, budynki wielorodzinne). Mobilne kotłownie na paliwo płynne o mocy, odpowiednio: 250 lub 120 kW, są zabudowane w formie kontenerowej, umożliwiające ich przetransportowanie przy pomocy przyczepy niskopodwozowej w miejsce podłączenia do istniejącej sieci ciepłowniczej lub węzła cieplnego.
- Budowa sieci tymczasowych wykonanych z węży odpornych na wysokie temperatury wody sieciowej. Jest to alternatywne rozwiązanie do mobilnych kotłowni kontenerowych, umożliwia zachowanie ciągłości dostaw ciepła w okresie letnim do poszczególnych węzłów cieplnych, z chwilowymi jej przerwami na dokonanie tzw. wpalenia do istniejącej sieci ciepłowniczej. Terminy tych przerw są skoordynowane z przedstawicielami odbiorców tak, aby ich uciążliwość w czasie była jak najkrótsza.

Systemy Informacji Geograficznej (w skr. GIS) stanowią dziś fundament ewidencji infrastruktury ciepłowniczej, oferując centralną bazę danych geoprzestrzennych o przebiegu rurociągów i stanie technicznym obiektów (Babiarz & Szymański, 2021; Jachura & Sekret, 2013). Dzięki połączeniu informacji technicznych z ich lokalizacją przestrzenną, przedsiębiorstwa zyskują narzędzie wspierające procesy decyzyjne. Bazy danych GIS pełnią rolę głównego źródła informacji dla specjalistycznych programów obliczeniowych, co pozwala na płynne przejście od statycznej ewidencji do aktywnego modelowania pracy całego systemu w czasie rzeczywistym (Gębski & Niemyjski, 2023; Niemyjski, 2020). Modelowanie hydrauliczne przy użyciu programów komputerowych pozwala na zarządzanie ryzykiem poprzez przeprowadzanie symulacji stanów istniejących i planowanych w przyszłości a także analizę

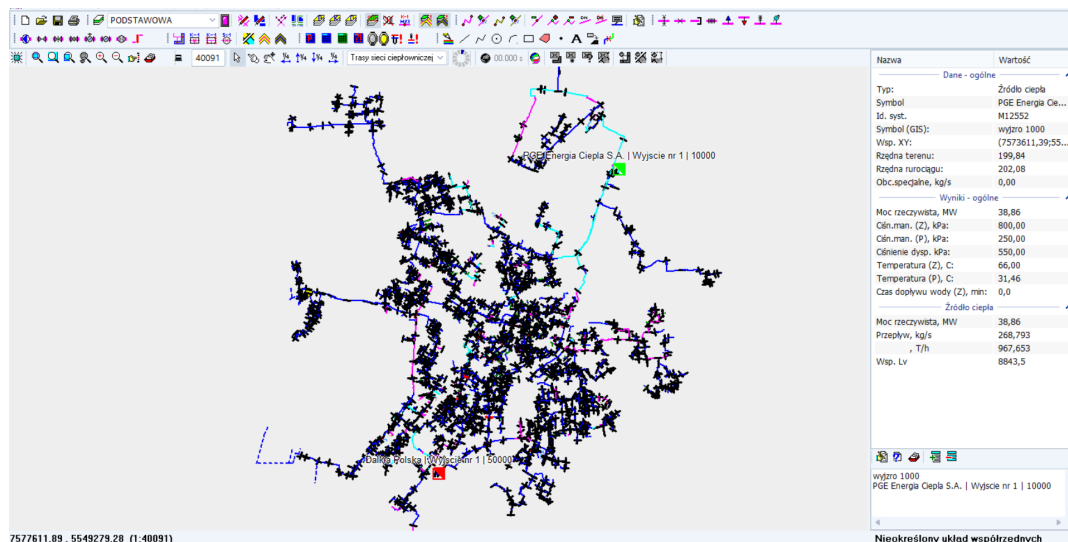
przepustowości sieci. Proces technicznej integracji GIS z modułami obliczeniowymi, takimi jak program Auditor SCW, opiera się na dwukierunkowej wymianie danych i tworzeniu matematycznego zapisu topologii sieci w postaci modelu. Model ten uwzględnia charakterystykę hydrauliczną poszczególnych elementów, w tym źródeł ciepła, pompowni, węzłów cieplnych i armatury, przeliczając straty ciśnienia i temperatury dla zadanych warunków zapotrzebowania na moc (Rysunek 4). Niezwykle ważnym etapem jest tu wielostopniowa weryfikacja poprawności importowanych danych, co zapewnia spójność modelu ze stanem rzeczywistym i jest krytyczne dla wiarygodności obliczeń w dużych i skomplikowanych systemach miejskich o wielokilometrowych magistralach.

Z punktu widzenia funkcji dyspozytora sieci ciepłowniczej, określonej w Rozporządzeniu w sprawie szczególnych warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych, sieć ciepłownicza musi charakteryzować się prawidłowym jej zarządzaniem i eksploatacją a także odpowiednim prowadzeniem ruchu sieciowego (Rozporządzenie w sprawie funkcjonowania systemów ciepłowniczych, tj. Minister Gospodarki, 2007). W realnej eksploatacji kadra inżynierska MPEC-Rzeszów dąży do:

- utrzymania optymalnego ciśnienia dyspozycyjnego w węzłach końcowych - unikanie nadmiernych ciśnień w rejonach bliskich źródeł ciepła przy jednoczesnym zagwarantowaniu odpowiedniego ciśnienia dla najbardziej oddalonych odbiorców, tzw. „końcówki sieci”, co zostało przedstawione na Rysunku 4.
- zarządzania przepływami przy zmianach parametrów – redukcja temperatur zasilania w sezonie letnim lub okresach przejściowych wymusza większe przepływy. Eksploatacyjnie oznacza to konieczność ścisłej kontroli pracy obiektów pompowych oraz dławienia lub regulacji tam, gdzie prędkości czynnika mogłyby generować hałas, kawitację lub przyspieszone zużycie armatury regulacyjnej.

Systemy ciepłownicze powinny swoim zasięgiem obejmować tereny zasilania o gęstym zurbanizowaniu i obciążeniu cieplnym. Proces przyłączania nowych terenów inwestycyjnych w Rzeszowie obejmuje wiele obszarów, w szczególności obszary o zabudowie mieszkalnej wielorodzinnej. Jest to

bardzo pozytywny status dla rozwoju systemu ciepłowniczego. Tereny sąsiadujące z siecią ciepłowniczą miasta Rzeszowa, zwłaszcza zlokalizowane po jego zachodniej stronie leżą na terenach pagórkowatych, co stanowi wyzwanie dla zapewnienia odpowiedniego ciśnienia dyspozycyjnego. W tym celu MPEC-Rzeszów postawiło na terenie osiedla Bł. Karoliny przepompownię sieciową, zlokalizowaną w zabudowie kontenerowej. Jej zadaniem



Rysunek 4. Model hydrauliczny systemu w SCW 4 (MPEC, 2026)
Figure 4. Hydraulic model of the system in SCW 4 (MPEC, 2026)

jest podwyższenie ciśnienia na rurociągu zasilającym poprzez układ pompowy i spiętrzenie ciśnienia w rurociągu powrotnym przed zamontowanym zaworem upustowym. Obszar ten został przedstawiony na Rysunku 5 kolorem niebieskim (lewa część rysunku – stan przed podniesieniem ciśnienia w przepompowni).

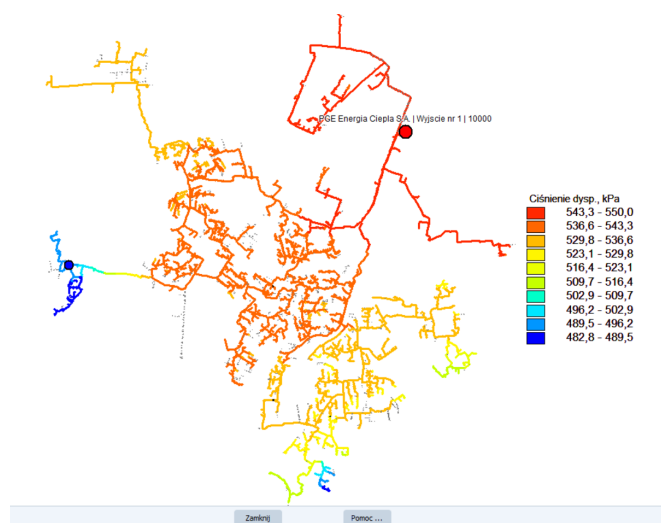
Kolejnym ważnym aspektem w niezawodności i bezpieczeństwie dostaw ciepła w systemie ciepłowniczym miasta Rzeszowa, w szczególności w okresie letnim, jest transport nośnika ciepła do odbiorców końcowych dla potrzeb podgrzewu zimnej wody wodociągowej do celów ciepłej wody użytkowej. Okres letni charakteryzuje się dwoma ważnymi czynnikami, które mają zdecydowany wpływ na dostawy ciepła do odbiorców końcowych. Są to temperatura zimnej wody dostarczanej do węzłów cieplnych poprzez sieć wodociągową oraz czas dopływu czynnika grzewczego poprzez sieci ciepłownicze. Czynnikiem pierwszy, czyli temperatura zimnej wody wodociągowej jest niezależna od dostawcy ciepła, jednakże ma ogromny wpływ na proces transformacji temperaturowej odbywający się na wymiennikach ciepła. Czynnikiem drugi, czyli czas dopływu czynnika grzewczego jest zależny od dostawcy ciepła, jakim jest MPEC-Rzeszów dla systemu ciepłowniczego miasta Rzeszowa. Kadra inżynierska pracująca w MPEC-Rzeszów stale monitoruje zarządzanie systemem ciepłowniczym poprzez pracę jej dyspozytorów. Mając na uwadze obowiązujące standardy jakościowe obsługi odbiorców końcowych konieczne jest dostarczanie nośnika ciepła do węzłów cieplnych o odpowiedniej temperaturze zasilania (Rozporządzenie w sprawie funkcjonowania systemów ciepłowniczych, tj. Minister Gospodarki, 2007). Kluczowym zagadnieniem jest właśnie czas dopływu wody do odbiorców końcowych, który został przedstawiony na Rysunku 6 oraz Rysunku 7. Im krótszy czas dopływu czynnika grzewczego do odbiorców końcowych, tym mniejszy jest spadek temperatury na zasilaniu wody sieciowej. Na Rysunku 6 możemy zaobserwować fakt, iż czas dopływu wody sieciowej od źródła ciepła do odbiorców końcowych wynosi średnio do 7 godzin. Z uwagi na rozbudowany system ciepłowniczy miasta czasu dopływu wody sieciowej wydłuża się do 14 godzin, co jest spowodowane

układem promienistym sieci ciepłowniczej na jej końcówkach, brakiem pierścieniowego, drugostronnego zasilania.

Mając na uwadze niezawodność i bezpieczeństwo dostaw ciepła należy zwrócić szczególną uwagę na współpracę źródeł ciepła z dyspozytorami zarządzającymi siecią ciepłowniczą. Specyfika dostaw ciepła w okresie letnim dla potrzeb podgrzewu zimnej wody wodociągowej wymaga uwzględnienia opóźnienia transportowego. Zapewnienie wymaganej temperatury zasilania nośnika ciepła ma swój początek od źródła ciepła poprzez sieć ciepłowniczą aż do odbiorcy końcowego. Specyfika użytkowania potrzeby cieplnej przez odbiorców końcowych jaką jest ciepła woda użytkowa, przygotowywana jest w węzłach cieplnych poprzez podgrzew zimnej wody wodociągowej. Doświadczenie eksploatacyjne kadry inżynierskiej MPEC-Rzeszów wskazuje na występowanie trzech szczytowych momentów wykorzystania mocy oraz większego zużycia energii cieplnej dla potrzeb ciepłej wody użytkowej. Są to: szczyt poranny (pomiędzy godz. 6 a 8 rano), szczyt popołudniowy (pomiędzy godz. 15 a 17) oraz szczyt wieczorny (pomiędzy godz. 20 a 22). Jest to szczególnie ważne w kontekście optymalnej pracy źródeł wytwórczych, utrzymywania odpowiedniej temperatury zasilania w sieci ciepłowniczej, zapewnienia standardów jakościowych dostawy ciepła do odbiorców końcowych oraz minimalizacji strat ciepła na przesyle.

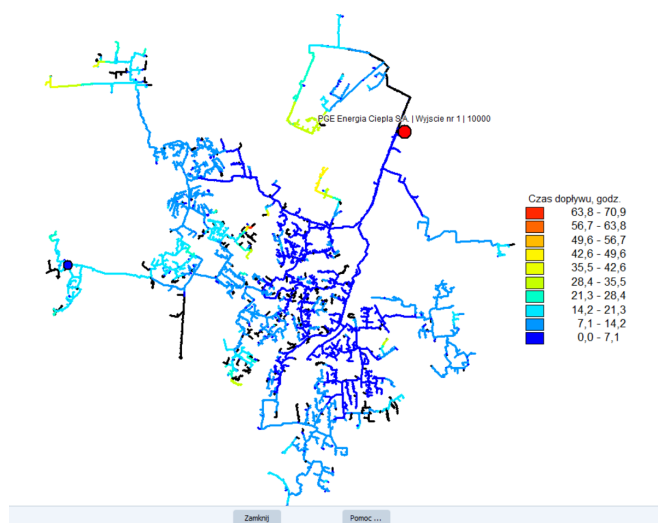
Podsumowanie

Kluczem w zapewnieniu odpowiedniej ochrony i bezpieczeństwa dostaw ciepła jest równowaga między wizją, rozwojem a możliwościami technicznymi w zakresie eksploatacji sieci ciepłowniczej. Transformacja systemów ciepłowniczych jest koniecznością, przed którą przedsiębiorstwa ciepłownicze nie uciekną, jednak jej powodzenie zależy od zaakceptowania przyjętych rozwiązań. Obecnie, gwałtowne przyspieszenie procesów dekarbonizacyjnych stawia sektor ciepłowniczy w trudnym położeniu, wymagając wdrażania głębokich zmian strukturalnych i funkcjonalnych w bardzo krótkim czasie. Kadra inżynierska odpowiedzialna za codzienną eksploatację i dyspozycję sieci, wyraźnie argumentuje, że miejski system ciepłowni-



Rysunek 5. Ciśnienie dyspozycyjne dla obszaru zasilania ze źródła ciepła Nr 1 (MPEC, 2026)

Figure 5. Available pressure for the supply area from heat source No. 1 (MPEC, 2026)



Rysunek 6. Czas dopływu wody sieciowej do odbiorców końcowych (MPEC, 2026)

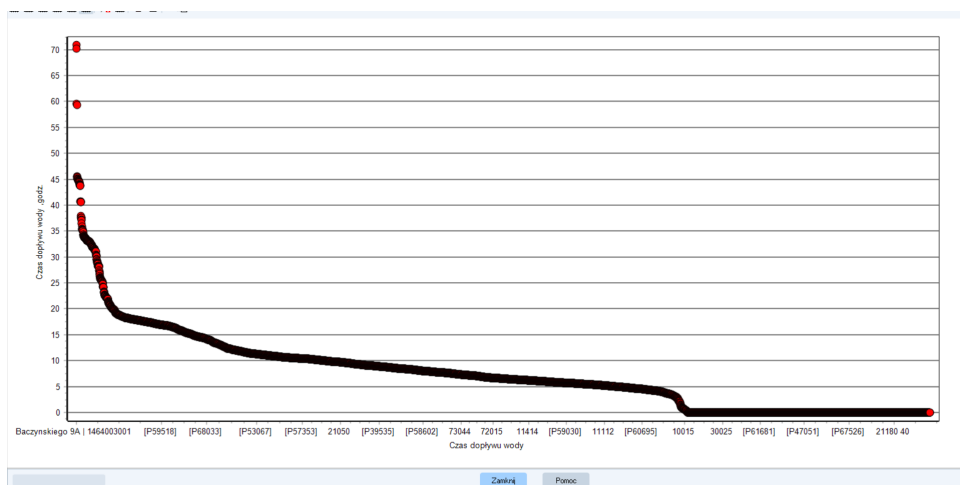
Figure 6. District heating water time to end users (MPEC, 2026)

czy nie jest strukturą podatną na natychmiastowe modyfikacje. Posiada on swoją fizyczną, hydrauliczną i termodynamiczną specyfikę, która przy gwałtownym wymuszaniu zmian parametrów pracy po prostu zasygnalizuje awarię. Przyszłość ciepłownictwa – również tego w wymiarze lokalnym, rzeszowskim – leży w integracji z systemami elektroenergetycznymi. System ciepłowniczy ma pełne prawo i możliwości, by stać się gigantycznym, naturalnym buforem bezpieczeństwa dla krajowego systemu elektroenergetycznego poprzez akumulację ciepła w okresach nadpodaży energii elektrycznej. Aby jednak ten scenariusz mógł się zrealizować, decydenci muszą zapewnić inżynierom czas na rzetelne zaprojektowanie, przetestowanie i wdrożenie tych mechanizmów.

Bezpieczeństwo i niezawodność dostaw ciepła do odbiorców końcowych muszą pozostać absolutnym priorytetem, niepodlegającym kompromisom na rzecz skróconych kalendarzy wdrażania nowych strategii. Tylko ewolucyjne, podparte precyzyjnymi analizami hydraulicznymi i technicznymi wprowadzanie nowych technologii pozwoli przejść przez proces transformacji energetycznej bez ryzyka dla infrastruktury krytycznej miast. Fizyki sieci ciepłowniczej nie da się oszukać pośpieszными założeniami – i to od tej prawdy powinna zaczynać się każda merytoryczna dyskusja o przyszłości polskiej energetyki ciepłej. Przedstawione w artykule praktyczne rozwiązania wpisują się w zagadnienia obejmujące niezawodność i bezpieczeństwo dostaw ciepła do odbiorców końcowych poprzez odpowiednio prowadzoną eksploatację sieci ciepłowniczej miasta Rzeszowa. Wzajemna współpraca wytwórców ciepła, MPEC-Rzeszów Sp. z o.o. jako operatora sieci ciepłowniczej oraz odbiorców ciepła zapewni niezawodne, bezpieczne i w pełni efektywne energetycznie dostawy ciepła w dobie nadchodzącej transformacji energetycznej.

Bibliografia

- Babiarz B. & W. Szymański. (2021). Perspektywa zarządzania bezpieczeństwem zaopatrzenia w ciepło. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja* 52 (10):15-19. <https://doi.org/10.15199/9.2021.10.2>
- Babiarz B., Nowak L., Kotowicz D. (2024). Efektywny energetycznie system ciepłowniczy z perspektywy MPEC-Rzeszów Sp. z o.o.. *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. 55 (28-39). <https://doi.org/10.15199/9.2024.7-8.4>
- Błaszczuk A., Majchrzak-Kucęba I., (2022). *Czysta Energia*



Rysunek 7. Wykres czasu dopływu wody sieciowej do odbiorców końcowych (MPEC, 2026)
Figure 7. Diagram of the time it takes for district water to reach end users (MPEC, 2026)

i Środowisko. Monografia Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej

- Gębski W. & Niemyjski O. (2023). GIS jako istotny element Zintegrowanego Systemu Informatycznego dla przedsiębiorstw ciepłowniczych. *Instal*, Nr 11/2023. <https://doi.org/10.36119/15.2023.11.4>
- Jachura A. & Sekret M., (2013). Efektywność energetyczna miejskiego systemu ciepłowniczego. *Instal*, Nr 7-8/2013.
- Minister Gospodarki. (2007). Rozporządzenie w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemów ciepłowniczych (Dz.U. 2007, nr 16, poz. 92).
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska. (2021). Polityka energetyczna Polski do 2040 r. (Załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r.).
- MPEC. (2026). Informacje i dane statystyczne udostępnione przez MPEC – Rzeszów Sp. z o.o. (Niepublikowane dane wewnętrzne)
- Niemyjski O. (2020). Kalibracja modelu hydraulicznego sieci ciepłowniczej. *Instal*, Nr 3/2020. <https://doi.org/10.36119/15.2020.3.1>
- Osmólski J. (2026). Czas na decyzję się kończy! Ostatnia prosta branży energetyczno-ciepłowniczej przed wdrożeniem dyrektyw IED 2.0 i EED. *Magazyn Nowa Energia*. Nr 3 (104):12-14.
- Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (1997). Ustawa z dnia 22 sierpnia 1997 r. o ochronie osób i mienia (tekst jednolity Dz.U. z 1997 nr 114 poz. 740)
- Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2024a). Ustawa o ochronie ludności i obronie cywilnej (Dz.U. 2024, poz. 1907).
- Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2026a). Ustawa o krajowym systemie cyberbezpieczeństwa (Dz.U. 2018, poz. 1560).
- Sejm Rzeczypospolitej Polskiej. (2026c). Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (tekst jednolity Dz.U. z 2026 r. poz. 574).
- URE. (2026). Energetyka ciepła w liczbach – 2025, *Departament Regulacji Energetyki, Urząd Regulacji Energetyki*

Zastrzeżenie: Oświadczenia, opinie i dane przedstawione w publikacjach są wyłączną odpowiedzialnością ich autorów i nie odzwierciedlają stanowiska redakcji *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek szkody dotyczące osób lub mienia wynikające z idei, metod, zaleceń lub produktów omawianych w treści publikacji. *Artykuł udostępniony na licencji Creative Commons CC BY 4.0.*

Disclaimer: The statements, opinions, and data presented in the publications are the sole responsibility of their authors and do not necessarily reflect the views of the editorial board of *Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja*. The editorial board assumes no responsibility or liability for any injury to persons or damage to property resulting from any ideas, methods, instructions, or products referred to in the content of the publications. *The article is distributed under the Creative Commons CC BY 4.0 license.*