



ZAKŁAD TECHNIKI CIEPLNEJ





AP 131

Modelowanie sieci ciepłowniczych jako istotny element analizy techniczno-ekonomicznej

Daniel Roch
Szymon Pająk

„ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o., Zakład Techniki Ciepłej

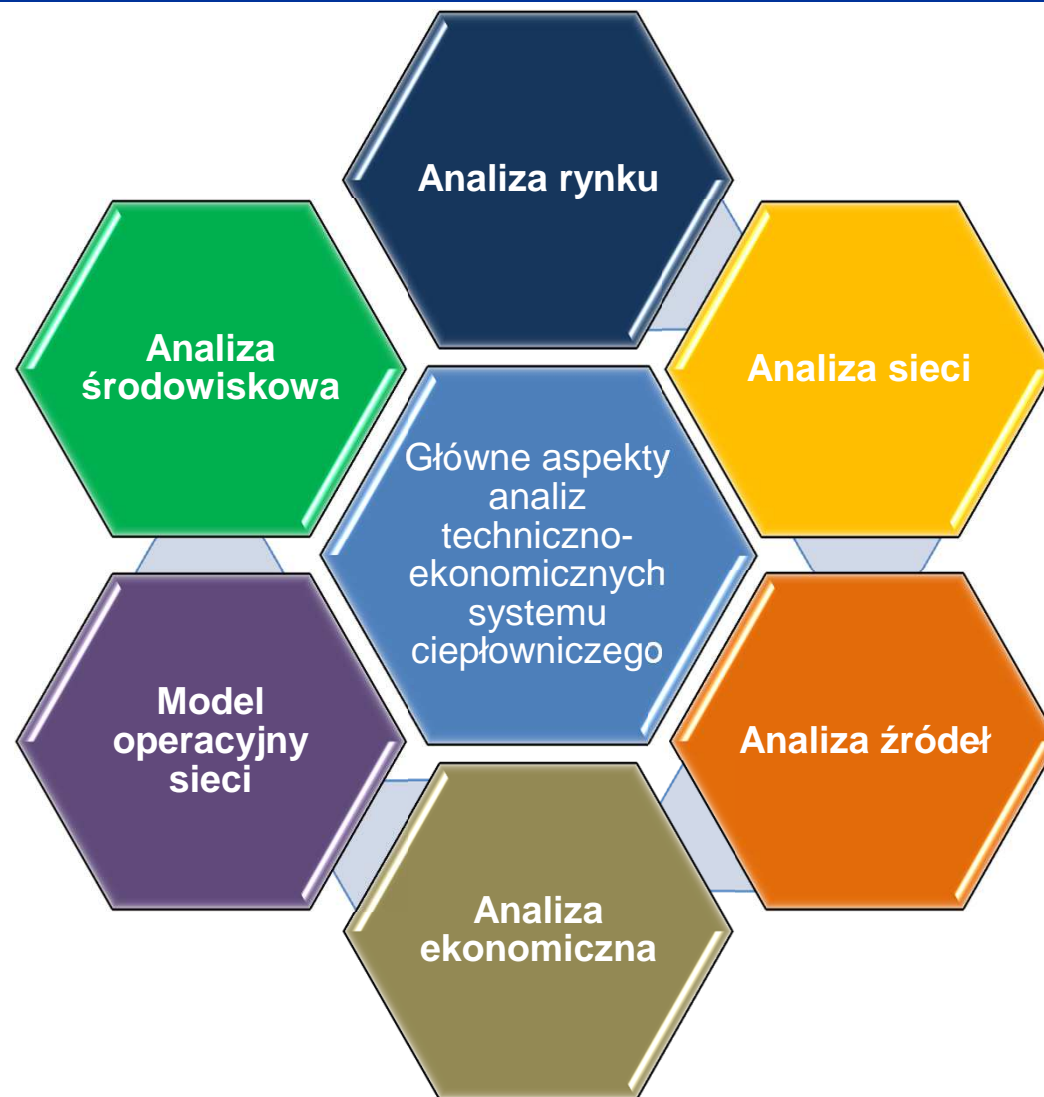


Kompleksowa analiza systemu ciepłowniczego

W celu właściwego **określenia stanu początkowego** w procesie modernizacji i **oszacowania potencjału rozwoju systemu ciepłowniczego** na danym obszarze specjaliści Energopomiaru opracowali, konieczny ich zdaniem, zakres analiz pozwalający na wybór odpowiedniego – w danych warunkach – kierunku rozwoju systemu ciepłowniczego.

Przedstawione poniżej uwagi są **kompilacją doświadczeń**, jakie powstały na drodze realizacji prac w zakresie systemów ciepłowniczych, które z kolei pozwoliły na opracowanie wniosków i zaleceń pozwalających na uzyskanie kompletnego obrazu stanu rzeczy i wypracowania możliwych kierunków działań.

Kompleksowa analiza systemu ciepłowniczego





Główne elementy kompleksowej analizy systemu ciepłowniczego

- » **Analiza rynku ciepła** powinna wskazać kierunek zmian zapotrzebowania na ciepło na rozpatrywanym obszarze już objętym przez sieć lub potencjalnie możliwym do przyłączenia do sieci w przyszłości.
- » **Analiza sieci ciepłowniczej**



Główne elementy kompleksowej analizy systemu ciepłowniczego

Analiza sieci ciepłowniczej ma na celu **identyfikację oraz ocenę parametrów pracy sieci ciepłowniczej** wraz z przygotowaniem scenariuszy dalszego jej rozwoju – jeżeli taka potrzeba została potwierdzona na podstawie analizy rynku, na terenie którego sieć ta jest zlokalizowana.

Wynikiem analizy sieci ciepłowniczej powinna być **lista działań modernizacyjnych i inwestycyjnych** pozwalających na bezpieczną jej eksploatację w obecnych warunkach i ewentualny rozwój badanego systemu ciepłowniczego.



Główne elementy kompleksowej analizy systemu ciepłowniczego

- » Wynikiem **analizy źródeł** powinna być m.in. lista działań zapewniających bezpieczeństwo i pewność dostaw ciepła do współpracującego z nimi systemu ciepłowniczego.
- » **Analiza ekonomiczna** powinna będzie uzasadniać wypracowane wcześniej warianty techniczne w obrębie sieci i źródeł od strony kosztowej.

Matematyczny model sieci ciepłowniczej



Model matematyczny systemu ciepłowniczego

Opracowanie modelu matematycznego sieci ciepłowniczej powinno pozwolić na przeanalizowanie dowolnych scenariuszy rozwoju badanego obszaru, związanych zarówno z rozwojem sieci (**modernizacje magistral, przyłączenia nowych odbiorców**), jak i jej źródeł zasilania (**modernizacje ciepłowni i elektrociepłowni**).

Model matematyczny systemu ciepłowniczego

inwentaryzacji rurociągów (średnic, długości, technologii wykonania, czas eksploatacji, izolacji termicznej, stanu technicznego) wraz z podziałem na magistrale i sieć rozdzielczą

wymaganego ciśnienia zasilania i powrotu – ciśnienia dyspozycyjnego w każdym z węzłów ciepłowniczych sieci

położenia węzłów ciepłowniczych w sieci (w tym wysokości położenia węzłów w stosunku do źródła, z którego są zasilane)

umiejscowienia źródeł ciepła oraz wykorzystania ich możliwości produkcyjnych

pracy układów pompowych na sieci ciepłowniczej (w tym energochłonności pompowni współpracującej z siecią)

Cieplno-przepływowy model sieci ciepłowniczej

Moduł hydrauliczny

umożliwia obliczenie m.in.

oporów hydraulicznych w układzie,
ciśnienie dyspozycyjnych,
przepustowości rurociągów

uwzględnia **skutki przyłączenia** nowych odbiorców w różnych krytycznych punktach sieci

uwzględnia **pracę kilku źródeł** na zmienne obszary zasilania

Moduł cieplny

umożliwia **obliczenie parametrów** wymaganych na źródle lub źródłach i w istotnych punktach sieci w sytuacji zmiany zapotrzebowania na ciepło,

pozwała wyznaczyć **straty ciepła w układzie** w zależności od parametrów sieci w powiązaniu z warunkami atmosferycznymi
pozwała określić **zmiany strat ciepła** z tytułu modernizacji wybranych odcinków sieci

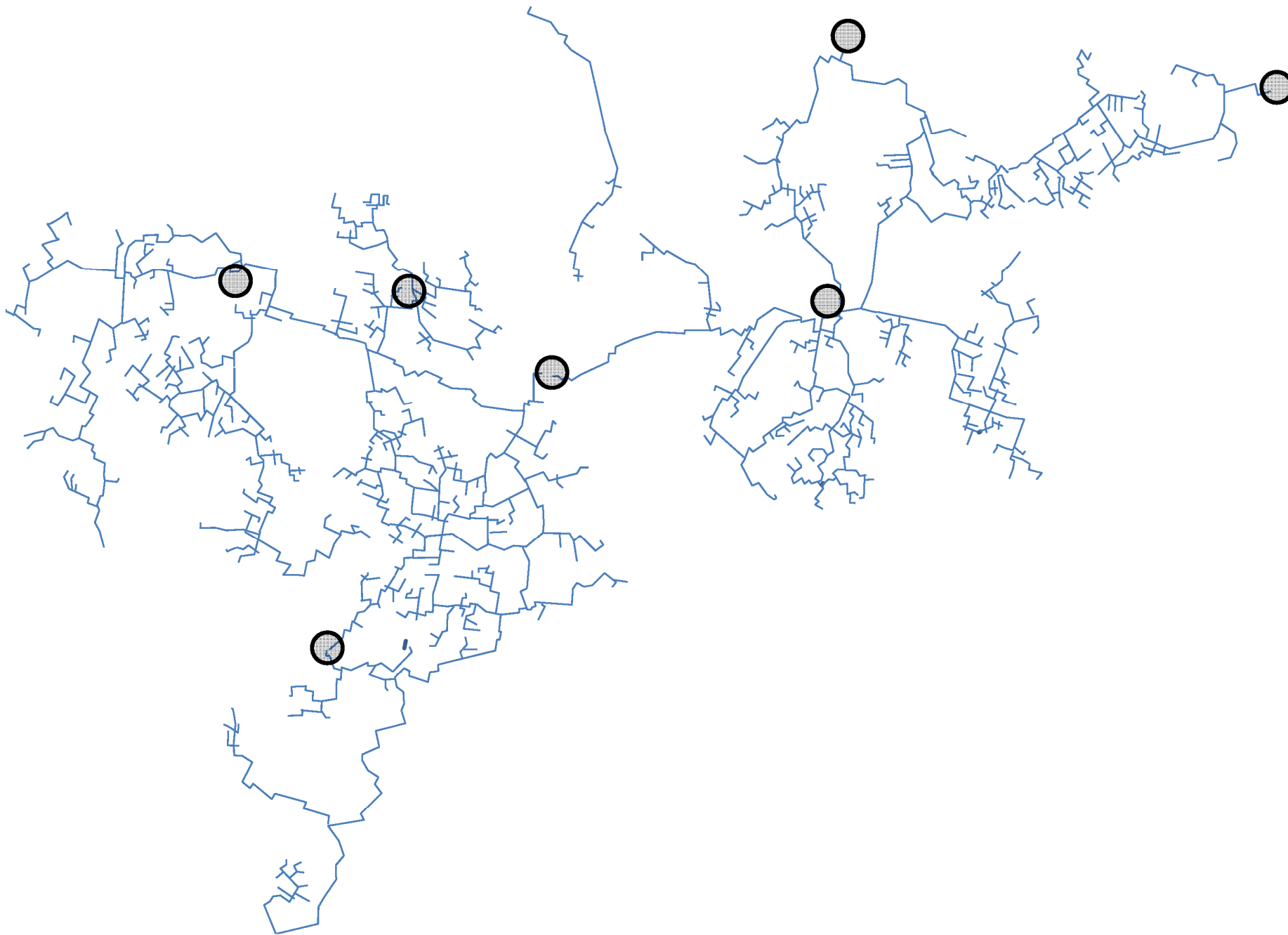


Model matematyczny systemu ciepłowniczego

Model hydrauliczny sieci **należy poddać walidacji**, bazując na rzeczywistych danych pomiarowych z modelowanego obszaru sieci. Do procesu walidacji niezbędne są także dane dotyczące źródła oraz węzłów ciepłowniczych, które w większości przypadków zawierają niezbędne układy pomiarowe (pomiar ciśnienia dyspozycyjnego).

W symulacjach hydraulicznych wykonywanych przy użyciu modelu matematycznego sieci ciepłowniczej przyjmujemy następujące założenia :

- » ciśnienie w układzie w żadnym punkcie układu nie może przekroczyć **maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia** w rurociągu ciepłowniczym.
- » ciśnienie w układzie nie może przekroczyć **ciśnienia parowania** w żadnym punkcie z zachowaniem odpowiedniego marginesu bezpieczeństwa.
- » **ciśnienie dyspozycyjne** w węzłach nie może być mniejsze niż obecnie stosowane na końcówkach sieci.

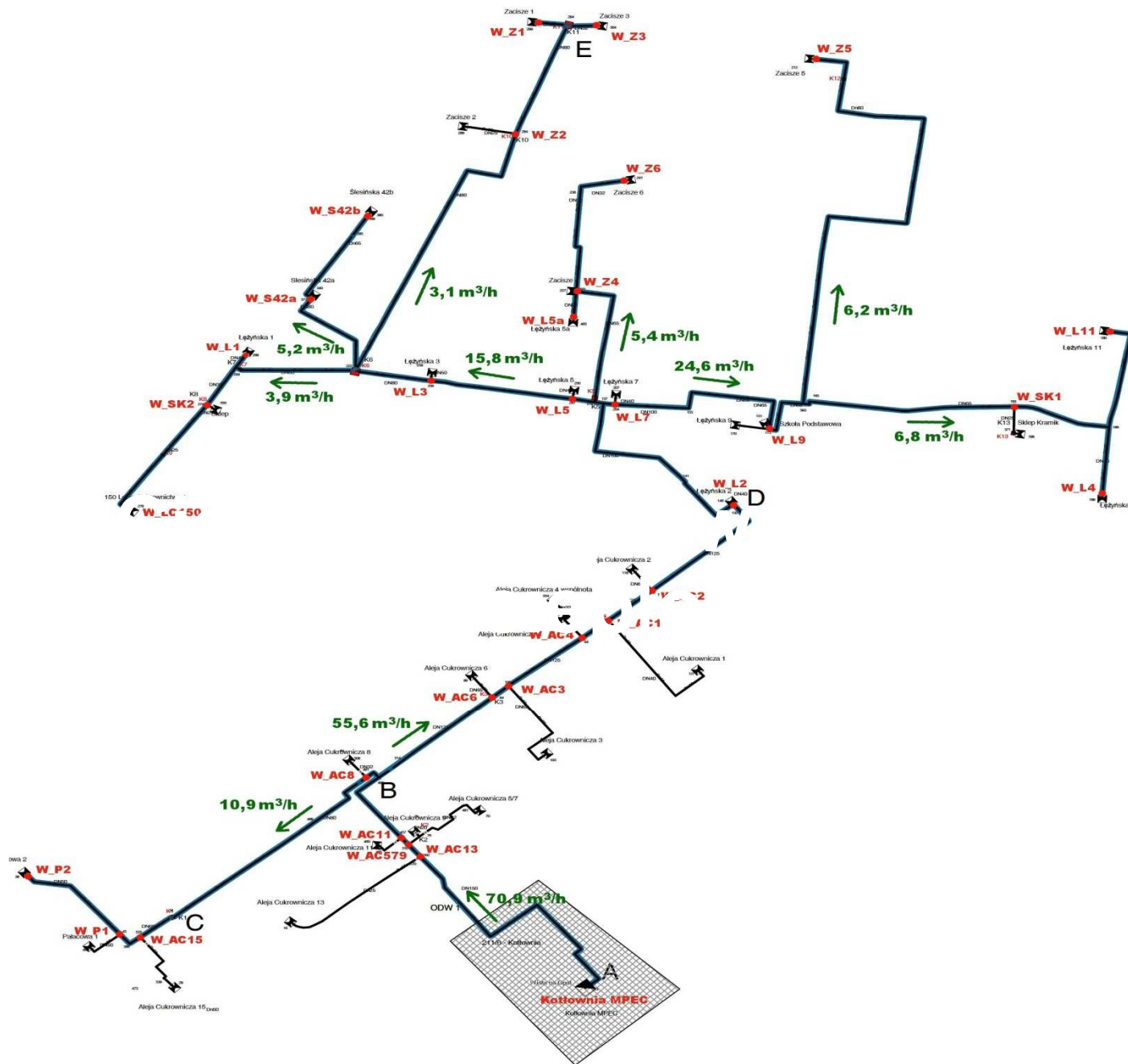


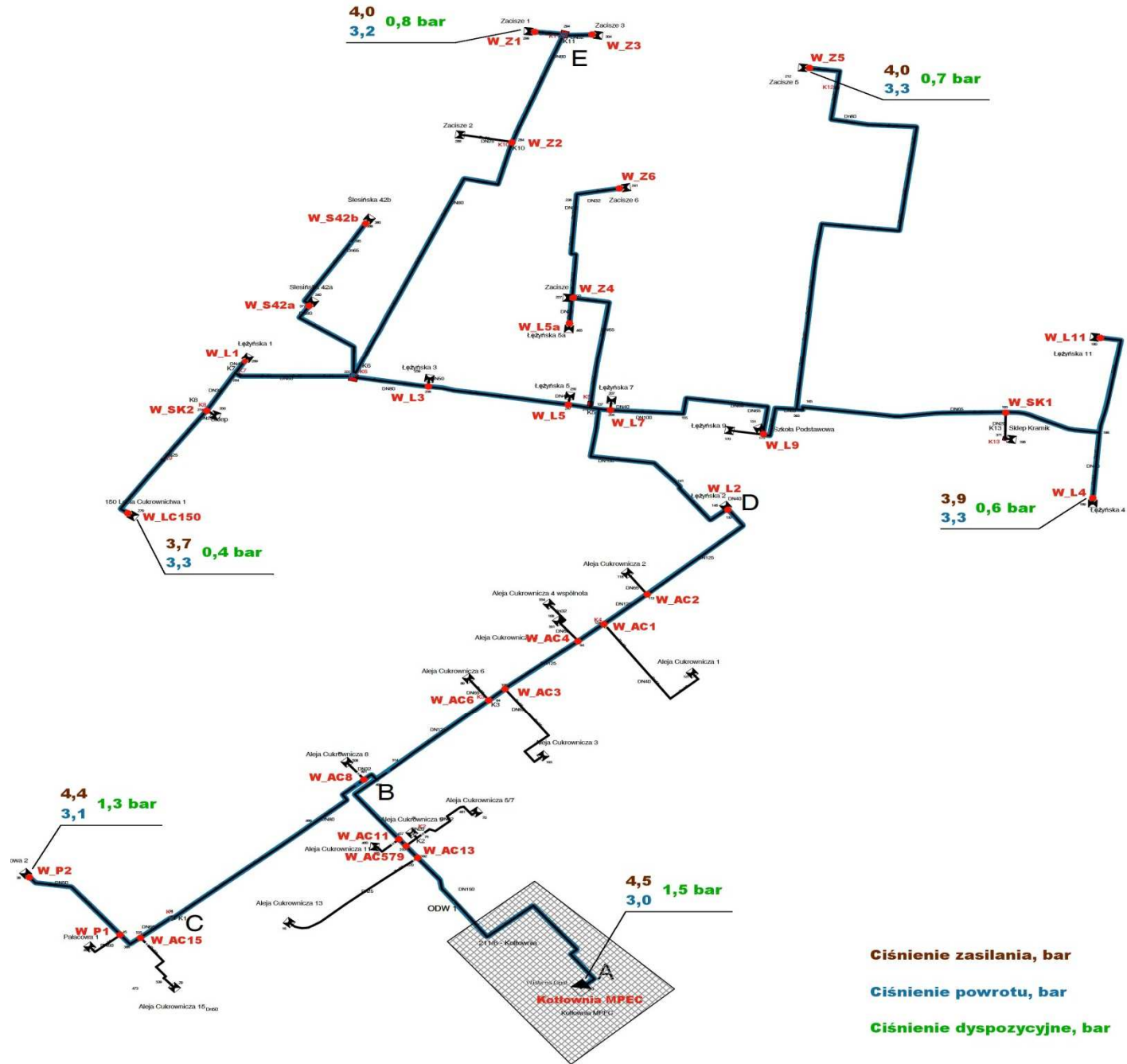


Model matematyczny systemu ciepłowniczego

Wykorzystując model matematyczny sieci :

- ❖ przeanalizowano techniczne możliwości realnego **połączenia poszczególnych obszarów** sieci ciepłowniczej obsługiwanych przez kilka źródeł
- ❖ przeanalizowano pracę źródeł na **zmienne obszary zasilania**
- ❖ wykonano **analizą ekonomiczną** wskazującą poziom nakładów inwestycyjnych niezbędnych do poniesienia w celu umożliwienia pracy źródeł i sieci w sposób optymalny z punktu widzenia właściciela
- ❖ analizę pracy całej sieci wykonano dla **trzech różnych wariantów** – znamionowych, eksploatacyjnych oraz letnich warunków pracy sieci





Ciśnienie zasilania, bar
Ciśnienie powrotu, bar
Ciśnienie dyspozycyjne, bar



Model matematyczny sieci ciepłowniczej – przykład

Wyniki obliczeń modelem matematycznym :

- ❖ ciśnienia zasilania i powrotu we wszystkich punktach analizowanej sieci
- ❖ ciśnienia dyspozycyjne u odbiorców
- ❖ opory hydrauliczne na poszczególnych odcinkach sieci
- ❖ rozptyły wody w magistralach i do poszczególnych odbiorców
- ❖ wymagana wydajność układów pompowych w źródle
- ❖ energochłonność układu pompowego
- ❖ straty ciepła sumaryczne i w poszczególnych odcinkach sieci



Model matematyczny sieci ciepłowniczej – korzyści

Korzyści płynące z zastosowania modelu :

- ❖ identyfikacja miejsc powodujących duże przyrosty oporów hydraulicznych w sieci
- ❖ zobrazowanie zachowania sieci przy podłączaniu nowych odbiorców
- ❖ zobrazowanie rozptyłów wody dla różnych połączeń sieci magistralnych
- ❖ optymalizacja umiejscowienia nowych źródeł ciepła
- ❖ optymalizacja wydajności i ciśnień układów pompowych w źródle i przepompowniach na sieci
- ❖ analiza pracy sieci na zmienne obszary zasilania z uwzględnieniem warunków przejściowych
- ❖ analiza sumarycznych strat ciepła i w poszczególnych odcinkach sieci

Omówiono problematykę budowania modelu obliczeniowego sieci ciepłowniczej na przykładzie i zwrócono uwagę na **zakres danych wejściowych do budowy modelu, danych wejściowych do obliczeń oraz zakres analiz**, które można za pomocą zbudowanego modelu wykonać. W oparciu o zbudowany model analizowano przede wszystkim możliwość pracy źródeł na zmienne obszary zasilania oraz zakres modernizacji lub rozbudowy sieci, umożliwiającą dociążenie źródeł własnych właściciela sieci.

Poziom szczegółowości modelu będzie warunkowany celem analiz, ale bardzo istotnym czynnikiem jest dostępność historycznych danych eksploatacyjnych.

Dziękuję za uwagę



**Zakłady Pomiarowo - Badawcze Energetyki
„ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o.**
ul. gen. J. Sowińskiego 3
44-100 Gliwice

ZAKŁAD TECHNIKI CIEPLNEJ

tel. 32 237 63 00
fax 32 237 63 01
e-mail: zc@energopomiar.com.pl

www.energopomiar.com.pl