



## Streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr inż. **MICHAŁ LEŚKO**

temat: ***A method for operational optimization in a district heating system with simultaneous use of different solutions for thermal energy storage***

dyscyplina: *energetyka*

Promotor pracy:

dr hab. inż. Wojciech Bujalski - Politechnika Warszawska

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Wojciech Stanek - Politechnika Śląska

dr hab. inż. Piotr Lampart, prof. IMP - Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk

Celem niniejszej pracy jest zbadanie zagadnienia optymalizacji pracy systemów ciepłowniczych, ze szczególnym uwzględnieniem różnych sposobów akumulacji ciepła. Zaproponowano i przetestowano metodę optymalizacji opartą na rozwiązywaniu sekwencji zagadnień mieszane programowania liniowego (ang. Mixed Integer Linear Programming, MILP).

Optymalizacja pracy systemu ciepłowniczego, zwłaszcza jeśli jest on zasilany z elektrociepłowni, stanowi trudne i skomplikowane zadanie. Dynamiczna sytuacja na rynku energii, a zwłaszcza zmienność cen energii elektrycznej, skutkuje koniecznością wykorzystania komputerowych narzędzi wsparcia decyzji. Znalezienie globalnego optimum wymaga uwzględnienia długich okresów czasu oraz możliwości akumulacji ciepła. Istnieją trzy ważne rozwiązania pozwalające na akumulację ciepła: dedykowane zasobniki ciepła (obecnie jako zbiorniki ciepłej wody ze stratyfikacją), wykorzystanie bezwładności cieplnej sieci oraz wykorzystanie bezwładności cieplnej budynków. Każde z tych rozwiązań ma zalety i wady, które zostały zaprezentowane i przedyskutowane w rozprawie. Rozwiązania te można połączyć, celem uzyskania maksymalnej elastyczności przy jak najniższych kosztach. Jednak modelowanie pracy systemu z wykorzystaniem wszystkich możliwości akumulacji ciepła jednocześnie jest skomplikowanym zadaniem, gdyż poszczególne metody akumulacji mają różny wpływ na dynamikę pracy sieci ciepłowniczej oraz na siebie nawzajem. Z drugiej strony, optymalne planowanie produkcji ciepła jest możliwe tylko pod warunkiem dostępności prostych i niezawodnych modeli. Zaprezentowano przekrojowe zestawienie modeli poszczególnych elementów systemu ciepłowniczego, w tym odbiorów ciepła, sieci rurociągów oraz źródeł energii. Celem potwierdzenia adekwatności poszczególnych modeli, przeprowadzono odpowiednie studia przypadków. Głównym celem było uzyskanie prostych, liniowych modeli, jednocześnie zapewniając ich zgodność z rzeczywistością, i zbieżność z wynikami otrzymanymi na podstawie bardziej precyzyjnych, nieliniowych modeli.

Jedno z dostępnych na rynku rozwiązań służących do optymalnego planowania produkcji elektrociepłowni z wykorzystaniem akumulatora ciepła zostało przetestowane przez autora na modelu dużego systemu ciepłowniczego zlokalizowanego w Polsce. Opisano wnioski oraz wskazano możliwości i ograniczenia związane z wykorzystaniem tego typu narzędzi. Na podstawie modeli zaprezentowanych w rozprawie, zbudowano własny algorytm do optymalizacji pracy systemu ciepłowniczego z wykorzystaniem akumulacji ciepła. Zaproponowane rozwiązanie umożliwia symulację trzech sposobów akumulacji ciepła, z uwzględnieniem ich dynamiki oraz wzajemnych interakcji, przy utrzymaniu prostoty modelu umożliwiającej wykorzystanie solvera mieszane programowania liniowego (MILP). Zastosowano iteracyjne podejście do zjawisk nieliniowych, które pozwoliło na rozwiązanie nieliniowego problemu za pomocą sekwencji rozwiązań problemów mieszane programowania liniowego (MILP). Rozwiązanie skutecznie zaimplementowano w środowisku programowania « R » i przetestowano na prostym przypadku. Wyniki mogą się w bliskiej przyszłości okazać przydatne dla operatorów systemów ciepłowniczych.