



**POLITECHNIKA ŚLĄSKA**  
**Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki**  
*Katedra Maszyn i Urządzeń Energetycznych*

**Wspólna Szkoła Doktorska**

## **PRACA DOKTORSKA**

**mgr inż. Adrian Czajkowski**

**„Konstrukcja, badania i optymalizacja systemu pomiaru strumienia pracującego  
w warunkach długookresowego użytkowania w środowisku wody twardej”**

Promotor: **dr hab. inż. Leszek Remiorz, prof. PŚ**

Promotor pomocniczy: **dr inż. Sebastian Pawlak**

*Dziedzina nauki:*

**nauki inżynierijno-techniczne**

*Dyscyplina naukowa:*

**Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka**

Gliwice 2024

## Streszczenie

Proces osadzania się kamienia kotłowego jest przyczyną postępującej degradacji kanałów hydraulicznych oraz innych elementów infrastruktury mających kontakt z wodą twardą. Na uszkodzenia w takich warunkach szczególnie narażone są aktualnie stosowane przepływomierze. Opracowanie nowego sposobu pomiaru przepływu uwzględniającego obecność osadu kamiennego w rurociągu jest zadaniem, którego podjął się Autor. Postępujący w czasie proces tworzenia się osadu jest przyczyną niekorzystnych zmian parametrów eksploatacyjnych wywołanych zmniejszaniem się efektywnego przekroju (średnicy) układu hydraulicznego oraz utratą pewności działania ustroju pomiarowego. Niniejsza praca prezentuje koncepcję nowego rozwiązania przepływomierza uwzględniającego obecność osadu kamiennego w rurociągu – którego głównym elementem jest pierścieniowy czujnik przepływu (PCP) – wykorzystującego metodę przynależną do grupy termicznych pomiarów masowych. Zasadę działania urządzenia oparto o zależność wartości wybranego parametru, stałej czasowej czujnika temperatury, od strumienia przepływu wody oraz grubości osadu kamiennego. Zaproponowane rozwiązanie charakteryzuje się prostą konstrukcją i pomiarem tylko jednego parametru, w tym przypadku przebiegu zmian temperatury w czasie. Na tej podstawie wyznaczana jest grubość warstwy osadu kamiennego, a następnie strumień przepływającej wody. Założenia koncepcyjne zostały zweryfikowane przy pomocy przygotowanych modeli obliczeniowych, a następnie wykonanych pomiarów eksperymentalnych. Przeanalizowano również wpływ miejsca montażu PCP na potencjalne błędy pomiarowe. Opracowano tablice zależności stałej czasowej od grubości osadu kamiennego oraz strumienia przepływu. Wykonano obliczenia parametryczne dla modelu numerycznego oraz schematu modelowania fizycznego. Uzyskane wyniki umożliwiły zaproponowanie rozwiązania konstrukcyjnego PCP. Poddano dyskusji wstępne warunki optymalizacji proponowanego rozwiązania. Uzyskane wyniki oraz wnioski płynące z przeprowadzonych badań mogą stanowić podstawę do dalszych prac rozwojowych i analiz teoretycznych nad prezentowanym zagadnieniem.