

## **OPIS ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Autor rozprawy doktorskiej:** Tomasz Ujazdowski

**Tytuł rozprawy doktorskiej w języku polskim:** Optymalizacja procesów biologicznych i zarządzanie pracą kilku reaktorów w oczyszczalni ścieków typu wsadowego

**Tytuł rozprawy w języku angielskim:** Optimisation of biological processes and management of several reactors in a batch type wastewater treatment plant

**Język rozprawy doktorskiej:** angielski

**Promotor rozprawy doktorskiej:** dr hab. inż. Robert Piotrowski, prof. uczelni

**Promotor pomocniczy rozprawy doktorskiej:** dr inż. Tomasz Zubowicz

**Streszczenie rozprawy w języku polskim:**

Niniejsza rozprawa doktorska opisuje badania nad optymalizacją cyklu oczyszczania w sekwencyjnym reaktorze porcjowym oraz wprowadzeniem metod harmonogramowania zadań do biologicznej oczyszczalni ścieków typu wsadowego. Opracowany system sterowania oparto na strukturze hierarchicznej obejmującej trzy warstwy: sterowanie procesem, optymalizację procesu i zarządzanie procesem, ograniczonego do harmonogramowania pracy reaktorów. W każdej z warstw zdefiniowano i rozwiązano odpowiedni problem optymalizacji. Na potrzeby realizacji tych zadań wykorzystano zmodyfikowane modele procesów biologicznych oparte na strukturze osadu czynnego z uwzględnieniem modułów usuwania fosforu, wielowarstwowe modele sekwencyjnych reaktorów porcjowych oraz oryginalne modele opracowane na potrzeby zdefiniowania problemu harmonogramowania w rozważanej aplikacji. Zaproponowane rozwiązania obejmują między innymi: nieliniowe sterowanie predykcyjne stężeniem rozpuszczonego tlenu w fazach napowietrzania, zastosowanie stochastycznych algorytmów optymalizacji wielocelowej do wyznaczenia parametrów biologicznego cyklu oczyszczania ścieków dostosowanego do określonych warunków dopływowych, a także definicję i rozwiązanie problemu harmonogramowania zadań w kontekście zarządzania wieloma reaktorami porcjowymi na horyzoncie dwóch tygodni z uwzględnieniem zbiorników retencyjnych jako przestrzeni magazynowej. Wyniki badań potwierdzają skuteczność podejścia opartego na integracji harmonogramowania z optymalizacją procesową w zwiększaniu efektywności energetycznej i operacyjnej oczyszczalni ścieków.

**Słowa kluczowe rozprawy doktorskiej w języku polskim:**

harmonogramowanie zadań, optymalizacja wielocelowa, hierarchiczny system sterowania, odzyskiwanie zasobów wodnych, sekwencyjny reaktor porcjowy

## **DESCRIPTION OF DOCTORAL DISSERTATION**

**The Author of the doctoral dissertation:** Tomasz Ujazdowski

**Title of doctoral dissertation:** Optimisation of biological processes and management of several reactors in a batch type wastewater treatment plant

**Title of doctoral dissertation in Polish:** Optymalizacja procesów biologicznych i zarządzanie pracą kilku reaktorów w oczyszczalni ścieków typu wsadowego

**Language of doctoral dissertation:** english

**Supervisor:** dr hab. inż. Robert Piotrowski, prof. uczelni

**Auxiliary supervisor:** dr inż. Tomasz Zubowicz

### **Summary of doctoral dissertation in English:**

This doctoral dissertation presents research on the optimisation of the treatment cycle in a sequencing batch reactor and the introduction of task scheduling methods to a biological batch-type wastewater treatment plant. The developed control system is based on a hierarchical structure comprising three layers: process control, process optimisation, and process management, the latter limited to the scheduling of reactor operation. In each layer, a relevant optimisation problem was formulated and solved. To achieve these objectives, modified biological processes models were used, based on the activated sludge structure extended with phosphorus removal modules, as well as multilayer models of sequencing batch reactors and original models developed specifically to define the scheduling problem in the considered application. The proposed solutions include, among others, nonlinear predictive control of dissolved oxygen concentration during aeration phases, the application of stochastic multi-objective optimisation algorithms to determine the biological treatment cycle parameters adapted to specific inflow conditions, and the definition and solution of a scheduling problem for managing multiple batch reactors over a two-week horizon with retention tanks considered as storage space. The research results confirm the effectiveness of integrating scheduling with process optimisation in improving the energy and operational efficiency of the wastewater treatment plant.

### **Keywords of doctoral dissertation in English:**

task scheduling, multi-objective optimisation, hierarchical control system, water resource recovery, sequencing batch reactor,