

**Teoretyczne i praktyczne aspekty matematycznego modelowania
procesu wielofazowego osadu czynnego z uwzględnieniem emisji N₂O /
Jerzy Mikosz. – Kraków, 2017**

Spis treści

Ważniejsze skróty i oznaczenia	7
1. Wstęp	10
2. Cel i zakres pracy	13
3. Podstawowe pojęcia w modelowaniu matematycznym i symulacji komputerowej	15
3.1. Modelowanie matematyczne	15
3.2. Modelowanie a symulacja komputerowa	17
4. Zarys historii matematycznego modelowania procesu osadu czynnego	19
4.1. Wczesny okres rozwoju modeli	19
4.2. Kompleksowe modele dynamiczne	24
4.3. Modelowanie produkcji gazów cieplarnianych w procesie wielofazowego osadu czynnego	26
5. Teoretyczne podstawy modelowania procesów oczyszczania ścieków	28
5.1. Model oczyszczalni ścieków jako suma modeli cząstkowych	28
5.2. Model hydrodynamiczny reaktora biologicznego	29
5.3. Model temperaturowy	34
5.4. Model sedymentacji w osadniku wtórnym	35
5.5. Model transferu tlenu	41
5.6. Modele przemian biochemicznych	45
5.6.1. Przyrost mikroorganizmów	47
5.6.1.1. Bakterie heterotroficzne	48
5.6.1.2. Bakterie autotroficzne	51
5.6.2. Ubytek masy mikroorganizmów	54
5.6.3. Hydroliza	57
5.6.4. Gromadzenie produktów wewnątrzkomórkowych	59
5.7. Opis produkcji N ₂ O w procesie wielofazowego osadu czynnego	64
5.7.1. Skrócony opis mechanizmu powstawania N ₂ O	64
5.7.2. Modelowanie produkcji N ₂ O w procesie heterotroficznej denitryfikacji	66
5.7.3. Modelowanie produkcji N ₂ O przez bakterie utleniające amoniak	66

5.7.4. Uwzględnienie opisu produkcji N_2O w modelach wzorcowych oczyszczalni ścieków	73
--	----

6. Praktyczne aspekty prowadzenia badań symulacyjnych z wykorzystaniem modeli osadu czynnego	74
---	-----------

6.1. Planowanie badań	74
6.2. Wybór modelu matematycznego	77
6.3. Gromadzenie, analiza i weryfikacja danych	79
6.4. Formalizacja organizacji badań	84
6.5. Analiza jakości wyników z symulacji	89
6.5.1. Analiza zgodności	90
6.5.2. Estymacja parametrów	91
6.5.3. Analiza czułości	93
6.5.4. Analiza niepewności	94
6.6. Możliwości racjonalnego uproszczenia badań symulacyjnych	97

7. Organizacja i przebieg badań symulacyjnych w praktyce eksploatacyjnej miejskiej oczyszczalni ścieków	103
--	------------

7.1. Cel i zakres badań	103
7.2. Charakterystyka badanego układu	104
7.3. Metodyka badań	106
7.3.1. Ogólny opis metodyki	106
7.3.2. Uproszczenia przyjęte w organizacji badań	107
7.3.2.1. Granice systemu i zakres gromadzonych danych	107
7.3.2.2. Uwzględnione modele cząstkowe	108
7.4. Opis i analiza wyników badań	109
7.4.1. Gromadzenie i weryfikacja jakości danych	109
7.4.2. Przebieg i wyniki badań hydraulicznych	109
7.4.3. Intensywne programy badań analitycznych	111
7.4.3.1. Seria badawcza I (badania 12-dniowe)	112
7.4.3.2. Seria badawcza III (badania 24-godzinne)	113
7.4.3.3. Seria badawcza III (badania 12-dniowe)	114
7.5. Definicja modelu	115
7.5.1. Charakterystyka modelu kompleksowego	115
7.5.2. Charakterystyka najważniejszych modeli cząstkowych	117
7.5.2.1. Modele dopływu	117
7.5.2.2. Model hydrauliczny reaktora	118
7.5.2.3. Model biochemiczny osadu czynnego i emisji N_2O	118
7.5.2.4. Model sterowania napowietrzaniem osadu	119
7.5.2.5. Model sedymentacji w osadniku wtórnym	119
7.5.2.6. Model układu przeróbki osadów ściekowych (uproszczony)	119
7.6. Kalibracja i walidacja modelu	120
7.6.1. Kalibracja statyczna	121
7.6.2. Kalibracja dynamiczna	125
7.6.3. Walidacja modelu	128

7.7. Analiza opracowanego modelu	128
7.7.1. Analiza czułości i niepewności modelu	128
7.7.2. Obszar ważności modelu	132
7.7.3. Możliwości wykorzystania opracowanego modelu	132
7.8. Wnioski z przeprowadzonych badań	134
8. Podsumowanie i kierunki dalszych prac	138
Literatura	141
Streszczenie	161

oprac. BPK