**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowane metody oczyszczania ścieków komunalnych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Monika Żubrowska-Sudoł, prof. uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISZWS-MSP-3507

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Obecność na wykładach - 30 h,
Obecność na ćwiczeniach audytoryjnych – 15 h,
Przygotowanie referatu / prezentacji - 10 h,
Przygotowanie do kolokwium – 10 h,
Opracowanie projektu, ćwiczeń lub zadań – 5 h,
Przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych – 5 h,
Razem - 75 h

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

nie dotyczy

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zaliczenie przedmiotu "Technologia oczyszczania ścieków" -studia inżynierskie ISiW na Wydziale IŚ PW, lub innego kursu z zakresu technologii ścieków i urządzeń do oczyszczania ścieków

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zaawansowanymi metodami oczyszczania ścieków ukierunkowanymi na polepszenie jakości ścieków oczyszczonych, zagospodarowanie ścieków i produktów ubocznych oraz zmniejszenie uciążliwości oczyszczalni na środowisko. Przedmiot ma również na celu zapoznanie studentów z najnowszymi trendami w oczyszczaniu ścieków komunalnych.

**Treści kształcenia:**

Program wykładu:
Repetytorium z technologii ścieków: podział metod oczyszczania ścieków (metody mechaniczne, metody biologiczne, metody chemiczne). Biochemiczne procesy oczyszczania ścieków: usuwanie związków węgla organicznego (tlenowe i beztlenowe procesy przemiany materii); usuwanie związków azotu (amonifikacja; asymilacja azotanów; nitryfikacja; denitryfikacja dysymilacyjna; biologiczne usuwanie związków fosforu).
Synergiczne usuwanie azotu i fosforu ze ścieków: zasada procesu, mikroorganizmy prowadzące proces, czynniki wpływające na efektywność procesu, wady i zalety.
Usuwanie azotu na drodze deamonifikacji: definicja zjawiska deamonifikacji, proces nitrytacji, proces beztlenowego utleniania amoniaku, czynniki wpływające na efektywność procesu, wady i zalety.
Oczyszczanie ścieków w reaktorach z osadem granulowanym: definicja osadu granulowanego, cel stosowania układów membranowych
Oczyszczanie ścieków w reaktorach ze złożem ruchomym: idea technologii, typy złóż ruchomych, parametry technologiczne, układy technologiczne (reaktory typu MBBR, reaktory typu MBSBBR; podział ze względu na cel oczyszczania), możliwości technologiczne (ograniczenie pojemności reaktorów biologicznych, błona biologiczna jako korzystny biotop dla rozwoju bakterii wolno rosnących, błona biologiczna jako korzystne środowisko dla występowania różnych warunków tlenowych (proces symultanicznej denitryfikacji, proces synergicznego usuwania azotu i fosforu na drodze defosfatacji denitryfikacyjnej, zjawisko deamonifikacji).
Oczyszczanie ścieków w reaktorach membranowych MBR: idea technologii; cel stosowania układów membranowych, zjawisko ultrafiltracji, klasyfikacja i charakterystyka modułów membranowych; zjawisko foulingu,
stosowane układy techniczne.
Oczyszczanie ścieków z wykorzystaniem procesu fotosyntezy.
Metody pogłębionego utleniania: rodzaje metod, mechanizm reakcji, cel stosowania, problem produktów ubocznych.
Metody do usuwania ze ścieków Trwałych Zanieczyszczeń Organicznych (TZO) w tym substancji biologicznie czynnych (farmaceutyki i środki higieny osobistej PPCPs oraz biomimetyki hormonalne EDCs).
Dezynfekcja ścieków.
Odzysk wody ze ścieków.
Wykorzystanie produktów odpadowych oczyszczania ścieków na terenie oczyszczalni.
Odzysk fosforu ze ścieków i osadów ściekowych.
Oczyszczalnia ścieków jako obiekt samowystarczalny energetycznie.

Program ćwiczeń audytoryjnych:
Ocena wydajności i efektywności jednostkowych procesów usuwania zanieczyszczeń (usuwanie związków organicznych, amonifikacja, nitryfikacja, denitryfikacja, biologiczna defosfatacja).
„Diagnozowanie” i rozwiązywanie problemów związanych ze zbyt niską efektywnością oczyszczania ścieków
Obliczenia hybrydowych reaktorów ze złożem ruchomym.
Prezentacja zespołowa nr 1. Niekonwencjonalne, niskoodpadowe, niskoemisyjne i wysokosprawne metody oczyszczania ścieków komunalnych. Technologie „waste to product” oraz „waste to energy”.
Obliczenia reaktorów w technologii MBR.
Prezentacje zespołowe na bazie wcześniej wykonywanych ćwiczeń, Ocena wpływu ilości wypełnienia, jego powierzchni właściwej oraz stężenia osadu czynnego na pojemność reaktora. Kolokwium.

**Metody oceny:**

Kolokwium (wykład), ocena prezentacji (ćwiczenia), ocena wykonanego samodzielnie ćwiczenia obliczeniowego (ćwiczenia)
Ocena zintegrowana = 0,6 \* ocena z wykładu + 0,4 \* ocena z ćwiczeń

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Praca zbiorowa pod red. K. Mikscha i J. Sikory: Biotechnologia ścieków. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2010.
2. Klimiuk E., Łebkowska M. „Biotechnologia w ochronie środowiska”, PWN, Warszawa 2003.
3. Łomotowski J., Szpindor A.: „Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków”, Arkady, Warszawa 1999.
4. Bodzek M., Bohdziewicz J., Konieczny K.: „Techniki membranowe w ochronie środowiska”, wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997.
5. Henze M. i in. : Oczyszczanie ścieków miejskich, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada wiedzę z zakresu możliwości technologicznych biologicznych i chemicznych metod oczyszczania ścieków z uwzględnieniem reaktorów z osadem granulowanym, reaktorów ze złożem ruchomym, reaktorów membranowych oraz metod pogłębionego utleniania.

Weryfikacja:

Kolokwium (wykład), prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W05, IS\_W06, IS\_W11, IS\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W02:**

Posiada wiedzę w zakresie wymiarowania układów ze złożem ruchomym oraz z modułami membranowymi.

Weryfikacja:

Samodzielne ćwiczenie obliczeniowe (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W06, IS\_W15, IS\_W01, IS\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG.o, P7U\_W

**Charakterystyka W03:**

Posiada wiedzę w zakresie niekonwencjonalnych procesów jednostkowych oczyszczania ścieków .

Weryfikacja:

Kolokwium (wykład), prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W01, IS\_W05, IS\_W06, IS\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W04:**

Posiada wiedzę w zakresie niskoodpadowych technologii oczyszczania ścieków oraz metod zagospodarowania ścieków i osadów ściekowych.

Weryfikacja:

Kolokwium (wykład), prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W01, IS\_W05, IS\_W06, IS\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi przygotować koncepcję technologiczną oczyszczalni wykorzystującej reaktory biologiczne w zależności od założonego celu oczyszczania

Weryfikacja:

Samodzielne ćwiczenie obliczeniowe (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U05, IS\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO

**Charakterystyka U02:**

Potrafi opisać procesy, metody i działania związane z biologicznymi technologiami oczyszczania ścieków oraz metodami pogłębionego utleniania.

Weryfikacja:

Kolokwium (wykład), prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U12, IS\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UK, I.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U03:**

Potrafi przedstawić opracowaną koncepcję technologiczną oczyszczalni w formie ustnej prezentacji oraz obronić zaproponowane rozwiązania technologiczne.

Weryfikacja:

prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U15, IS\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UK, III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO

**Charakterystyka U04:**

Posiada umiejętność interpretacji i krytycznej dyskusji wyników prowadzonych obliczeń, a także jest zdolny do wyciągania wniosków w celu modyfikacji wcześniej przyjętych założeń

Weryfikacja:

prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UO, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Potrafi zaproponować i uargumentować wybrane przez siebie rozwiązanie technologiczne jako kontrpropozycję w stosunku do innego rozwiązania (forma udziału w przetargu)

Weryfikacja:

prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KR

**Charakterystyka K02:**

Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych z uwagi na konieczność porównania różnych rozwiązań projektowych, zmieniających się zarówno pod względem założeń jak również na skutek postępu technicznego.

Weryfikacja:

Kolokwium (wykład), prezentacja zespołowa (ćwiczenia audytoryjne)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK