**Nazwa przedmiotu:**

Procesy oczyszczania cieczy 2

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr. hab. inż. Arkadiusz Moskal

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICIOS-MSP-202

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 75
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 15
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 65
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 20
Sumaryczny nakład pracy studenta 175

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

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

-

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 45h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Zaliczenie wykładu: Procesy oczyszczania cieczy 1.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Zapoznanie studentów z procesami biologicznymi, chemicznymi i fizykochemicznymi stosowanymi do oczyszczania ścieków przemysłowych i komunalnych oraz do uzdatniania wody.
2. Zdobycie przez studenta umiejętność przewidywania efektów usuwania zanieczyszczeń w tych procesach i projektowania urządzeń.
3. Praktyczne zapoznanie studentów z procesami stosowanymi do oczyszczania cieczy w ramach wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Adsorpcja w układzie: ciecz - gaz.
2. Równanie adsorpcji powierzchniowej Gibbsa.
3. Rodzaje pian, ich trwałość i odciekanie.
4. Separacja pianowa w kolumnach.
5. Adsorpcja w układzie ciecz - ciało stałe.
6. Rodzaje adsorbentów
7. Równania izoterm adsorpcji.
8. Dynamika adsorpcji w kolumnie
9. Wymiana jonowa.
10. Rodzaje jonitów, wielkości je charakteryzujące
11. Kolumny jonitowe w uzdatnianiu wody
12. Utlenianie chemiczne zanieczyszczeń w ściekach.
13. Chlorowanie, ozonowanie, utlenianie zaawansowane
14. Metody dezynfekcji ścieków i wody.
15. Podstawy utleniania biologicznego zanieczyszczeń
16. Metoda złoża biologicznego i metoda osadu czynnego.
17. Membranowe procesy rozdzielania w odnowie wody
18. Filtracja membranowa: mikro-, ultra-, nanofiltracja, osmoza odwrócona.
19. Elektrodializa.

Laboratorium
1. Wprowadzenie do ćwiczeń laboratoryjnych.
Przedstawienie programu ćwiczeń, sposobu wykonywania ćwiczeń, przygotowania sprawozdania oraz samej metodyki pracy badawczej w ramach ćwiczeń, specyfiki pracowni, lokalizacji poszczególnych instalacji a także warunków BHP i regulaminu pracowni. Ponadto dokonanie podziału na grupy ćwiczeniowe.
2. Ćwiczenie: Dializa
Wykonanie badania w przemysłowym module dialitycznym rozdzielania dwóch składników surówki: elektrolit i nieelektrolit. Wykonanie krzywej wzorcowej. Ocena wielkości współczynnika podziału.
3. Ćwiczenie: Wyznaczanie ChZT
 Wyznaczenia wartości ChZT metodą nadmanganianową dla przygotowanej przez prowadzącego próbki wody. Przygotowanie roztworów, reakcja oraz analiza próbek drogą miareczkowania wobec wskaźnika (klasyczna technika wyznaczania ChZT). Obliczenie ChZT zadanej próbki na podstawie wyników analizy.
4. Ćwiczenie: Elektroflotacja
Zbadanie procesu separacji zawiesin różnych wodorotlenków w obecności strumienia drobnych pęcherzy gazów elektrolitycznych. Badanie wpływu natężenia prądu, dodatku detergentów i rodzaju materiału samej zawiesiny na końcową klarowność słupa oczyszczanej cieczy, ocena stabilności wytworzonej piany (kożucha).
5. Ćwiczenie: Separacja pianowa
Zbadanie procesu wydzielania detergentu z wyjściowej surówki w strumieniu piany w kolumnie pianowej. Wykonanie krzywej wzorcowej stężenia detergentu w wodzie. Wykonanie bilansu masowego detergentu w badanym układzie i obliczenie współczynnika podziału detergentu
6. Ćwiczenie: Wymiana jonowa
Wykonanie badań w kolumnie jonitowej nad separacją jonu wapniowego z surówki o zadanym stężeniu. Wyznaczenie momentu przebicia kolumny jonitowej i obliczenie pojemności jonowymiennej złoża. Regeneracja złoża roztworem soli kuchennej.
7. Ćwiczenie: Flokulacja
Badanie wpływu ilości i typu zastosowanego flokulanta na strącanie cząstek wyjściowej zawiesiny wodorotlenku magnezowego.
8. Ćwiczenie: Ozonowanie
Zbadanie stopnia przekształcenia się tlenu z powietrza w ozon w stosowanym w ćwiczeniu generatorze ozonu z cichymi wyładowaniami elektrycznymi metodą miareczkową. Wykorzystanie ozonu do uzdatniania wody.
9. Ćwiczenie: Flotacja ciśnieniowa
Wyznaczenie stopnia oczyszczenia zawiesiny wyjściowej talku w wodzie wobec zadanej ilości flokulanta i koagulanta w komorze flotacyjnej w warunkach ciągłego prowadzenia procesu.
10. Ćwiczenie: Sedymentacja
Badanie szybkości sedymentacji wybranego rodzaju zawiesiny w kolumnie sedymentacyjnej. Wyznaczenie krzywej sedymentacyjnej oraz wielkości cząstek na podstawie zebranych danych pomiarowych.
11. Ćwiczenie: Odwrócona osmoza
Wyznaczenie wydajności procesu odwróconej osmozy pod względem ilości wytwarzanej wody zdemineralizowanej w zależności od stosowanego ciśnienia a także ocena czystości jonowej wody zdemineralizowanej poprzez pomiar jej przewodnictwa elektrycznego.
12. Ćwiczenie: Filtracja wgłębna
Wyznaczenie przedziałowych skuteczności filtracji wgłębnej dla cząstek zawiesiny badawczej na polipropylenowym wkładzie filtracyjnym. Wyznaczenie ogólnej skuteczności filtracji oraz spadku ciśnienia na filtrze w funkcji natężenia przepływu wody i w miarę obładowania wkładu.
13. Ćwiczenie: Sorpcja
Badanie procesu odbarwiania surówki zawierającej barwnik przez węgiel aktywny oraz na naturalnym sorbencie w warunkach pracy okresowej. Ocena chłonności złoża, efektywności odbarwiania w zależności od stosowanego sorbentu.
14. Termin dodatkowy.
15. Termin dodatkowy.

**Metody oceny:**

1. egzamin pisemny
2. sprawdzian pisemny
3. kolokwium
4. praca domowa
5. referat
6. sprawozdanie

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. B. Cywiński, S. Gdula, E. Kempa, J. Kurbiel, H. Płoszański, Oczyszczanie ścieków, tom 1. Arkady, Warszawa, 1983.
2. M. Roman, Kanalizacja oczyszczanie ścieków, tom 2, Arkady, Warszawa, 1986.
3. R. Gawroński, Procesy oczyszczania cieczy, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 1999.
4. P. Grzybowski, T. Ciach, T. Sosnowski, B. Wrzesińska, Laboratorium procesów oczyszczania cieczy, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2000.
5. A. L. Kowal, M. Świderska-Bróż, Oczyszczanie wody, PWN, Warszawa, 1996.
6. M.A. Winkler, Biological treatment of waste-water, Ellis Horwood Ltd., Chichester, 1984.
7. Bartkiewicz, Oczyszczanie ścieków przemysłowych, PWN, Warszawa, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Wykład:
Część wykładowa przedmiotu obejmuje 15 wykładów po 2 godz., na których obecność nie jest obowiązkowa.
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się jest dokonywana na podstawie wyniku egzaminu pisemnego, którego terminy są wyznaczane w sesjach egzaminacyjnych.
Po zakończeniu wykładów w semestrze zimowym organizowany jest egzamin dodatkowy, nie wliczany do limitu udziału studentów w egzaminach, zwany egzaminem „0”. Do tego egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy uczestniczyli w co najmniej 7 wykładach, co zostało potwierdzone własnoręcznymi podpisami na listach wykładowych. Termin egzaminu „0” w danym roku akademickim jest podawany na pierwszym wykładzie.
Na egzaminie studenci mogą posiadać jedynie klasyczne kalkulatory.
Warunkiem zaliczenia części wykładowej przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej z egzaminu zgodnie ze skalą ocen:
< 26 pkt – 2; 26-30 pkt – 3; 31-35 pkt – 3,5; 36-40 pkt – 4; 41-45 pkt – 4,5; 46-50 pkt – 5.

Laboratorium:
Program zajęć laboratoryjnych obejmuje wykonanie w podgrupach 10 ćwiczeń laboratoryjnych. Składy zespołów oraz terminy wykonywania poszczególnych ćwiczeń w danym roku akademickim określa „Harmonogram zajęć laboratoryjnych”. Instrukcje do ćwiczeń są przekazywane studentom przez kierownika laboratorium najpóźniej na tydzień przed terminem ćwiczenia.
Instrukcja do ćwiczenia zawiera podstawowe informacje teoretyczne dotyczące tematyki oraz sposobu wykonania danego ćwiczenia. Warunkiem dopuszczenia studenta do ćwiczenia jest oddanie sprawozdania z wykonania poprzedniego ćwiczenia oraz zaliczenie ustnego sprawdzianu wstępnego, którego zakres obejmuje treść instrukcji do aktualnie wykonywanego ćwiczenia. Zakres sprawozdania końcowego określa prowadzący po wykonaniu ćwiczenia. Warunkiem zaliczenia całego ćwiczenia laboratoryjnego jest jego prawidłowe wykonanie, oddanie sprawozdania oraz zaliczenie sprawdzianu końcowego nie później niż w terminie dwutygodniowym po wykonaniu ćwiczenia. Zaliczenie całego ćwiczenia jest oceniane w skali punktowej, przy czym za jedno ćwiczenie można otrzymać maksymalnie 10 punktów (do zaliczenia ćwiczenia wymagane jest uzyskanie 5 punktów) według następujących zasad:
• kolokwium wstępne – na zaliczenie
• wykonanie ćwiczenia – 0-1p.
• sprawozdanie – 0-3p.
• kolokwium końcowe – 0-6p.
Do zaliczenia całości ćwiczeń laboratoryjnych wymagane jest zaliczenie wszystkich ćwiczeń minimum na 5 punktów. Niewykonanie więcej niż dwóch z wymaganej liczby ćwiczeń powoduje niezaliczenie Laboratorium Procesów rozdzielania i oczyszczania cieczy. W przypadku nieobecności usprawiedliwionej, po uzyskaniu akceptacji prowadzącego ćwiczenia, możliwe jest wcześniejsze odrobienie ćwiczenia w semestrze, w którym realizowane jest laboratorium. Po zakończeniu cyklu ćwiczeń dopuszcza się poprawę jednego ćwiczenia, które zostało ocenione najsłabiej.
Spóźnienie na ćwiczenia więcej niż 10 minut traktowane jest jak nieobecność. Dopuszcza się jednokrotne spóźnienie na ćwiczenia. Kolejne spóźnienie na ćwiczenia powoduje obniżenie oceny końcowej z laboratorium o pół stopnia.
Podczas sprawdzianów studenci nie mogą korzystać z żadnych materiałów i urządzeń.
Warunkiem zaliczenia części laboratoryjnej przedmiotu jest zaliczenie wszystkich ćwiczeń przewidzianych w programie zajęć. Ocenę z części laboratoryjnej określa się zgodnie ze skalą ocen: <50 pkt –2,0; 50÷59 –3,0; ,60÷69 –3,5; 70÷79 –4,0; 80÷89 –4,5; 90÷100 –5,0.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z części wykładowej i laboratoryjnej.
Ocenę końcową z przedmiotu Procesy rozdzielania i oczyszczania cieczy stanowi średnia ważona ocen uzyskanych z części wykładowej, projektowej i laboratoryjnej, przy czym waga oceny z części wykładowej wynosi 0,3, części projektowej 0,2 zaś z części laboratoryjnej - 0,5.
W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć, przy czym powtórzeniu podlega jedynie ta część przedmiotu (wykład i/lub laboratorium), z której student nie uzyskał oceny pozytywnej.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Posiada wiedzę o procesach biologicznych, chemicznych i fizyko-chemicznych oczyszczania ścieków i uzdatniania wody.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W02, K2\_W11

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

**Charakterystyka W2:**

Ma rozszerzoną wiedzę niezbędną do zrozumienia podstaw fizycznych i chemicznych procesów oczyszczania cieczy.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W03

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi zaproponować rozwiązania w zakresie usuwania zanieczyszczeń rozpuszczonych w wodzie zgodnie z wymogami ekologii i ochrony środowiska

Weryfikacja:

egzamin pisemny, sprawdzian pisemny, kolokwium, praca domowa, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U12

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

**Charakterystyka U2:**

Potrafi planować i prowadzić badania doświadczalne korzystać z przyrządów pomiarowych oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, sprawdzian pisemny, kolokwium, praca domowa, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U05

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

**Charakterystyka U3:**

Potrafi stosować różne techniki procesów rozdzielania roztworów.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, sprawdzian pisemny, kolokwium, praca domowa, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U17, K2\_U18

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

**Charakterystyka U4:**

Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym i kierowania zespołami, potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne funkcje.

Weryfikacja:

praca domowa, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U08

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy. Posiada świadomość konieczności ochrony środowiska wodnego.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, praca domowa, referat, sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KO