



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Zrównoważone procesy separacji [S1TOZ1>ZPS]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Technologie obiegu zamkniętego

Rok/Semestr

3/6

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Krystyna Prochaska  
krystyna.prochaska@put.poznan.pl

dr inż. Mateusz Szczygięda  
mateusz.szczygięda@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu chemii ogólnej, chemii fizycznej, termodynamiki, technologii chemicznej organicznej i inżynierii chemicznej, a także szeroko rozumianej ochrony środowiska w tym rodzajów zanieczyszczeń; umiejętność pozyskiwania wiedzy ze wskazanych źródeł.

### Cel przedmiotu

Uzyskanie teoretycznej wiedzy w zakresie zrównoważonych procesów separacji. Podstawy teoretyczne poszczególnych technik separacji należących do grupy metod klasycznych oraz grupy membranowych technik separacji. Poznanie głównych obszarów zastosowania procesów separacji w przemyśle chemicznym, spożywczym, farmaceutycznym oraz ochronie środowiska. Poznanie zasad budowy instalacji membranowych. Uzyskanie teoretycznej wiedzy i umiejętności praktycznych dotyczących projektowania i bilansowania wieloetapowych procesów separacyjnych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

k\_w03 ma wiedzę z matematyki, fizyki i chemii niezbędną do opisu pojęć, koncepcji i zasad technologii obiegu zamkniętego oraz charakterystyki powiązań i zależności między jej elementami składowymi  
k\_w12 ma podstawową wiedzę o cyklu życia produktów, urządzeń i instalacji stosowanych w technologiach obiegu zamkniętego  
k\_w22 ma wiedzę na temat podstaw fizycznych i chemicznych operacji jednostkowych technologii obiegu zamkniętego  
k\_w24 zna i opisuje rozwiązania technologiczne i zasady eksploatacji urządzeń stosowanych w uzdatnianiu wody, oczyszczaniu ścieków i gazów odlotowych oraz w gospodarce odpadami

#### Umiejętności:

k\_u11 dokonuje analizy, weryfikuje istniejące rozwiązania techniczne w zakresie technologii obiegu zamkniętego  
k\_u12 potrafi oszacować przydatność i dobrać narzędzia oraz metody do rozwiązywania problemów z zakresu technologii obiegu zamkniętego  
k\_u17 potrafi sporządzać bilanse masy i energii zarówno procesów jednostkowych, jak i całych instalacji występujących w technologiach obiegu zamkniętego

#### Kompetencje społeczne:

k\_k02 wykazuje samodzielność i inwencję w pracy indywidualnej, jak i efektywnie współdziała w zespole, pełniąc w nim różne role; obiektywnie ocenia efekty pracy własnej i członków zespołu  
k\_u09 potrafi współdziałać z innymi osobami w ramach prac dotyczących technologii obiegu zamkniętego oraz o charakterze interdyscyplinarnym

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

egzamin pisemny/ustny (stacjonarny lub on line na platformie e-kursy) obejmujący 3-5 pytań otwartych, oceniany w skali punktowej (51%-60% (3,0), 61%-70% (3,5); 71%-80% (4,0), 81%-90% (4,5), 91%-100% (5,0)

Laboratorium - bieżąca kontrola przygotowania do poszczególnych ćwiczeń i ocena raportów opracowanych przez studenta.

### Treści programowe

Przedmiotem wykładów są następujące zagadnienia:

1. Klasyfikacja i krótka charakterystyka procesów separacji.
2. Klasyczne procesy separacji (ekstrakcja; zatężanie próżniowe; wymiana jonowa; krystalizacja; adsorpcja).
3. Technik separacji membranowej - podstawowe pojęcia i definicje.
4. Modelowanie transportu masy w membranach, polaryzacja stężeniowa i fouling membran.
5. Podstawy teoretyczne i obszary zastosowań ciśnieniowych procesów separacji membranowej (MF, UF, NF, RO, FO).
6. Stężeniowe procesy separacji membranowej (charakterystyka procesów: GS, DD, PV i przykładowe obszary zastosowań).
7. Prądowe techniki membranowe (ED klasyczna i ED bipolarna).
8. Destylacja membranowa (omówienie procesu i przykładów zastosowań)
9. Zasady budowy i działania reaktorów membranowych (membrany katalityczne)
10. Hybrydowe i wielostopniowe układy separacyjne bazujące na technikach membranowych stosowane w procesach oczyszczania powietrza, przerobu ścieków oraz pozyskiwania bio-związków organicznych.
11. Projektowanie zrównoważonych procesów separacji - zagadnienia problemowe.
12. Odnawialne źródła energii w procesach membranowych.
13. Zastosowanie zrównoważonych procesów separacji w innowacyjnych rozwiązaniach technologicznych.
14. Zrównoważone procesy separacji w procesach odzysku wody.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.

## Literatura

### Podstawowa

1. K. Scott, Handbook of industrial membranes, Elsevier Advanced Technology, 1998
  2. M. Bodzek, J. Bohdziewicz, K. Konieczny, Techniki membranowe w ochronie środowiska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1997
  3. J. Rautenbach, Procesy membranowe, WNT, Warszawa 1996
  4. Biernacka, T. Suchecka, Techniki membranowe w ochronie środowiska, Wyd. SGGW, Warszawa 2004
- Uzupełniająca
1. Z. Zhang, W. Zhang, E. Lichtfouse, Membranes for Environmental Applications, Springer, 2020
  2. M. Szczygiełda, K. Prochaska, Downstream separation and purification of bio-based alpha-ketoglutaric acid from post-fermentation broth using a multi-stage membrane process, Process Biochem., 96 (2020) 38-48.
  2. M. Szczygiełda, K. Prochaska, Alpha-ketoglutaric acid production using electro dialysis with bipolar membrane, J. Membr. Sci., 536 (2017) 37-43.
  3. J. Antczak, M. Szczygiełda, K. Prochaska, Nanofiltration separation of succinic acid from post-fermentation broth: Impact of process conditions and fouling analysis, J. Ind. Eng. Chem., 77 (2019), 253-261.
  4. M. Szczygiełda, J. Antczak, K. Prochaska, Separation and concentration of succinic acid from post-fermentation broth by bipolar membrane electro dialysis (EDBM), Sep. Purif. Technol., 181 (2017) 53-59.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	63	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	37	1,50