

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek: **Inżynieria chemiczna i procesowa**

Poziom: **studia drugiego stopnia**

Profil: **ogólnoakademicki**

1. dyscyplina, do której przyporządkowany jest kierunek, a w przypadku gdy kierunek jest przyporządkowany do więcej niż jednej dyscypliny, dyscyplina wiodąca oraz pozostałe dyscypliny, wraz ze wskazaniem procentowego udziału liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów na danym poziomie: **Inżynieria chemiczna (100%)**
2. forma studiów: **studia stacjonarne**
3. liczba semestrów studiów: **3**
4. łączna liczba godzin zajęć organizowanych przez uczelnię: **1000**
5. liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: **90**
6. liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia: **45**
7. liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych: **5**
8. liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom do wyboru: **57**
9. liczba punktów ECTS przypisana do zajęć związanych z prowadzoną działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów – dotyczy studiów o profilu ogólnoakademickim: **83**
10. liczba punktów ECTS przypisana do zajęć kształtujących umiejętności praktyczne – dotyczy studiów o profilu praktycznym: **nie dotyczy**
11. w przypadku stacjonarnych studiów pierwszego stopnia – liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego: **nie dotyczy**
12. wymiar, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk: **nie dotyczy**
13. sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia: **egzamin pisemny, egzamin ustny, test, projekt, odpowiedź ustna, zaliczenie pisemne, prezentacja multimedialna, test kompetencyjny (próg zaliczeniowy 40%)**
14. tytuł zawodowy nadawany absolwentom: **magister inżynier**

**Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie**

**Nazwa wydziału lub wydziałów:** Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

**Nazwa kierunku studiów:** Inżynieria chemiczna i procesowa

**Poziom studiów:** II stopień

**Profil studiów:** ogólnoakademicki

**Dziedzina lub dziedziny nauki:** <sup>1</sup> Dziedzina nauk inżynierjno-technicznych

**Dyscyplina lub dyscypliny naukowe z określeniem procentowego udziału efektów uczenia się dla każdej dyscypliny:** <sup>1</sup> Inżynieria chemiczna (100%)

**Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji:** <sup>2</sup> 7 PRK

| Symbole efektów uczenia się | <b>KIERUNKOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b><br><br>Obowiązują dla cykli kształcenia rozpoczynających się w roku akademickim 2025/26 i w latach następnych  | Odniesienie do   |  |  |
|-----------------------------|---|--|--|--|
|                             |   | uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia PRK <sup>3</sup> | charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się PRK <sup>4</sup> | charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się PRK umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich <sup>5</sup> |
| 1                           | 2   | 3  | 4  | 5  |
|                             | <b>WIEDZA: ABSOLWENT ZNA I ROZUMIE</b>  | Kod składnika opisu  | Kod składnika opisu  | Kod składnika opisu  |
| K2_W01                      | ma wiedzę służącą do rozwiązywania problemów adekwatnych do wybranej specjalności; korzystania z zaawansowanego, profesjonalnego dla danej specjalności oprogramowania; prowadzenia zaawansowanych badań doświadczalnych; analizowania, oceniania i porównywania alternatywnych rozwiązań dotyczących problemów wybranej specjalności; proponowania i optymalizowania nowych rozwiązań oraz samodzielnego analizowania problemów z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej | P7U_W  | P7S_WG   | P7S_WG   |
| K2_W02                      | ma rozszerzoną wiedzę z zakresu matematyki, modelowania matematycznego, metod numerycznych, dynamiki obiektów typowych dla inżynierii chemicznej i procesowej oraz oceny bezpieczeństwa procesowego, której zakres dostosowany jest do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu ukończonej specjalności   | P7U_W  | P7S_WG   | P7S_WG   |
| K2_W03                      | ma rozszerzoną wiedzę z zakresu kinetyki procesowej i termodynamiki procesowej oraz metod optymalizacyjnych, służących do rozwiązywania zagadnień z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej oraz wykonywania obliczeń operacji jednostkowych i ich ekonomiki w zakresie projektowania operacji i procesów stosowanych w przemyśle chemicznym i pokrewnych  | P7U_W  | P7S_WG   | P7S_WG   |
| K2_W04                      | ma rozszerzoną wiedzę w zakresie technologii ochrony środowiska i technologii paliw   | P7U_W  | P7S_WG   | P7S_WG   |
| K2_W05                      | w zależności od ukończonej specjalności ma szczegółową wiedzę w zakresie zagadnień bezpośrednio powiązanych z tą specjalnością  | P7U_W  | P7S_WK   | P7S_WK   |
| K2_W06                      | ma szczegółową wiedzę w zakresie zagadnień powiązanych z inżynierią chemiczną i procesową, takich jak: podstawy bioinżynierii, procesy adsorpcyjne, kinetyki procesów mikrobiologicznych, kinetyki procesów katalitycznych, zna metody bilansowania procesów biochemicznych i metody modelowania, projektowania oraz symulacji cyfrowej podstawowych typów bioreaktorów stosowanych w biotechnologii  | P7U_W  | P7S_WK   | P7S_WK   |
| K2_W07                      | ma rozszerzoną wiedzę z zakresu modelowania, przenoszenia energii masy i pędu; ma rozszerzoną wiedzę z zakresu modelowania i bilansowania przepływów burzliwych oraz układów rozproszonych  | P7U_W  | P7S_WK   | P7S_WK   |

|          |   |                            |                            |                            |
|----------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| K2_W08 b | ma wiedzę na temat modelowania reaktorów kontaktowych i membranowych, ma ugruntowaną wiedzę na temat struktur autotermicznych do procesów chemicznych o znaczeniu przemysłowym  | P7U_W                      | P7S_WG                     | P7S_WG                     |
| K2_W09   | ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie technologii chemicznej i metod inżynierii chemicznej stosowanych do rozwoju technologii   | P7U_W                      | P7S_WK                     | P7S_WK                     |
| K2_W10 b | ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z kluczowymi zagadnieniami inżynierii chemicznej i procesowej w zakresie ukończonej specjalności  | P7U_W                      | P7S_WK                     | P7S_WK                     |
| K2_W11 b | ma wiedzę o trendach rozwojowych z zakresu obszarów dotyczących różnych gałęzi przemysłu przetwórczego, w tym: chemicznego, farmaceutycznego, spożywczego, kosmetycznego, metalurgicznego, energetycznego, maszynowego, elektronicznego, najistotniejszych nowych osiągnięciach w inżynierii chemicznej i procesowej oraz kierunkach związanych z ukończoną specjalnością   | P7U_W                      | P7S_WK                     | P7S_WK                     |
| K2_W12 b | ma pogłębioną wiedzę na temat metod, technik, narzędzi i materiałów stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu studiowanego kierunku studiów  | P7U_W                      | P7S_WK                     | P7S_WK                     |
|          | <b>UMIĘTNOŚCI: ABSOLWENT POTRAFI</b>  | <b>Kod składnika opisu</b> | <b>Kod składnika opisu</b> | <b>Kod składnika opisu</b> |
| K2_U01   | potrafi pozyskiwać informacje z literatury polsko i angielskojęzycznej, baz danych oraz innych źródeł związanych z inżynierią chemiczną i naukami pokrewnymi  | P7U_U                      | P7S_UU                     | -                          |
| K2_U02   | potrafi integrować uzyskane informacje ze źródeł literaturowych, interpretować je oraz wyciągać prawidłowe wnioski; w zakresie ukończonej specjalności potrafi formułować opinie wraz z ich uzasadnieniem co najmniej w języku polskim i angielskim   | P7U_U                      | P7S_UK                     | -                          |
| K2_U03   | potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym w języku polskim i angielskim oraz w innych środowiskach w języku polskim i co najmniej w jednym języku obcym spośród: angielski, francuski, niemiecki lub rosyjski   | P7U_U                      | P7S_UU                     | -                          |
| K2_U04   | na podstawie danych literaturowych oraz własnych badań naukowych potrafi przygotować w języku polskim i angielskim publikację naukową zgodnie z wymogami wydawnictw publikujących prace z zakresu inżynierii chemicznej, szczególnie w tematyce ukończonej specjalności oraz przygotowywać i przedstawić w języku polskim i angielskim prezentacje ustne dotyczące szczegółowych zagadnień z zakresu technologii i inżynierii chemicznej i procesowej w obrębie ukończonej specjalności | P7U_U                      | P7S_UK                     | -                          |
| K2_U05   | potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia  | P7U_U                      | P7S_UK,<br>P7S_UW          | -                          |
| K2_U06   | ma umiejętność posługiwania się językiem angielskim w zakresie słownictwa technicznego ukończonej specjalności oraz posiada umiejętności językowe w zakresie chemii i inżynierii chemicznej na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego przynajmniej w zakresie jednego z języków obcych spośród: angielski, francuski, niemiecki lub rosyjski   | P7U_U                      | P7S_UK                     | -                          |
| K2_U07 b | potrafi wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do rozwiązywania problemów badawczych z zakresu technologii i inżynierii chemicznej i procesowej, a w szczególności z zakresu ukończonej specjalności  | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW                     |
| K2_U08 b | przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich potrafi integrować zdobytą wiedzę z zakresu chemii, inżynierii chemicznej i procesowej, technologii chemicznej, ochrony środowiska i przedmiotów specjalnościowych oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne   | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW                     |
| K2_U09 b | potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie ukończonej specjalności  | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW                     |

|   |  |                            |                            |        |
|---|--|----------------------------|----------------------------|--------|
| K2_U10 b  | potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii, metod badawczych i rozwiązań technologicznych w zakresie ukończonej specjalności  | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW |
| K2_U11 b  | potrafi wykorzystywać nabytą wiedzę do krytycznej analizy i oceny sposobu funkcjonowania rozwiązań technicznych stosowanych w procesach technologicznych realizowanych w zakresie ukończonej specjalności oraz w oparciu o nabytą wiedzę potrafi porównać między sobą różne rozwiązania technologiczne i zaproponować ich modyfikacje zmierzające do poprawy jakości produktu lub wydajności procesu   | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW |
| K2_U12  | potrafi przeprowadzić formulacje produktów charakterystycznych dla ukończonej specjalności oraz określić i zamodelować ich podstawowe właściwości użytkowe oraz potrafi określić metody wydzielania substancji chemicznych z surowców naturalnych lub mieszanin produktów reakcji i wybrać najkorzystniejszą z dróg, zwłaszcza w odniesieniu do substancji i procesów charakterystycznych dla ukończonej specjalności  | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW |
| K2_U13 b  | potrafi zaproponować rozwiązanie aparaturowe charakterystyczne dla ukończonej specjalności, dobrać ich parametry w oparciu o analizę termodynamiczną procesów oraz zrealizować je praktycznie  | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW |
| K2_U14 b  | posiada umiejętność doboru reakcji chemicznych, technik laboratoryjnych i rozwiązań inżynierskich do realizacji konkretnych zadań z zakresu ukończonej specjalności o zróżnicowanym stopniu trudności. potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanego kierunku studiów, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi   | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW |
| K2_U15 b  | potrafi podać koncepcje nowych metod realizacji prostych zadań badawczych w zakresie ukończonej specjalności i na podstawie dostępnych informacji literaturowych zaproponować ich wykonanie w warunkach laboratoryjnych  | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW |
| K2_U16 b  | potrafi ocenić poprawność istniejących stanowisk badawczych charakterystycznych dla ukończonej specjalności, ich zgodność z projektem oraz wykazać celowość zastosowanych rozwiązań lub wskazać błędne rozwiązania oraz zaprojektować i wykonać w skali laboratoryjnej proste stanowisko badawcze umożliwiające realizację zadania inżynierskiego charakterystycznego dla ukończonej specjalności, zgodnie z zadaną specyfikacją techniczną i z uwzględnieniem aspektów pozatechnicznych | P7U_U                      | P7S_UW                     | P7S_UW |
| <b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE: ABSOLWENT JEST GOTÓW DO</b> |  | <b>Kod składnika opisu</b> | <b>Kod składnika opisu</b> |        |
| K2_K01  | Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy  | P7U_K                      | P7S_KR                     | -      |
| K2_K02  | Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu (m.in. poprzez środki masowego przekazu) opinii dotyczących osiągnięć chemików i nowoczesnych rozwiązań w zakresie technologii i inżynierii chemicznej, oraz potrzebę udzielania rzetelnej informacji o wszystkich aspektach działalności związanej z produkcją chemiczną   | P7U_K                      | P7S_KO                     | -      |
| K2_K03  | Podjmuje starania, aby informacje i opinie dotyczące osiągnięć chemików i nowoczesnych rozwiązań w zakresie technologii i inżynierii chemicznej przekazywać w sposób powszechnie zrozumiały, przedstawiając różne punkty widzenia  | P7U_K                      | P7S_KK                     | -      |

#### Objaśnienia używanych symboli:

1. Uniwersalne charakterystyki poziomów PRK (pierwszego stopnia):

**P** = poziom PRK (6, 7)

**U** = charakterystyka uniwersalna

**W** = wiedza

**U** = umiejętności

**K** = kompetencje społeczne

Przykłady:

**P6U\_W** = poziom 6 PRK, charakterystyka uniwersalna, wiedza

„Absolwent zna i rozumie w zaawansowanym stopniu – fakty, teorie, metody oraz złożone zależności między nimi. Absolwent zna i rozumie różnorodne, złożone uwarunkowania prowadzonej działalności.”

**P7U\_W** = poziom 7 PRK, charakterystyka uniwersalna, wiedza

„Absolwent zna i rozumie w pogłębiony sposób wybrane fakty, teorie, metody oraz złożone zależności między nimi, także w powiązaniu z innymi dziedzinami. Absolwent zna i rozumie różnorodne, złożone uwarunkowania i aksjologiczny kontekst prowadzonej działalności.”

## 2. Charakterystyki poziomów PRK typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego:

**P** = poziom PRK (6, 7)

**S** = charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego:

**W** = wiedza

**G** = głębia i zakres

**K** = kontekst

**U** = umiejętności

**W** = wykorzystanie wiedzy

**K** = komunikowanie się

**O** = organizacja pracy

**U** = uczenie się

**K** = kompetencje społeczne

**K** = krytyczna ocena

**O** = odpowiedzialność

**R** = rola zawodowa

Przykłady:

**P6S\_WG** = poziom 6 PRK, charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego, wiedza - głębia i zakres

„Absolwent zna i rozumie w zaawansowanym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące podstawową wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne oraz wybrane zagadnienia z zakresu wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu kształcenia”

**P7S\_WG** = poziom 7 PRK, charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego, wiedza - głębia i zakres

„Absolwent zna i rozumie w pogłębionym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu kształcenia. Absolwent zna i rozumie główne trendy rozwojowe dyscyplin naukowych lub artystycznych istotnych dla programu kształcenia.”

## 3. W przypadku braku Kodu składnika opisu należy wprowadzić poziomą kreskę.

<sup>1</sup> W przypadku więcej niż jednego obszaru kształcenia, dziedziny nauki/sztuki lub dyscypliny naukowej/artystycznej należy wpisać wszystkie, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 8 sierpnia 2011 r. w sprawie obszarów wiedzy, dziedzin nauki i sztuki oraz dyscyplin naukowych i artystycznych (Dz.U. 2011 r. poz. 1065).

<sup>2</sup> Należy podać właściwy poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji, zgodnie z ustawą z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2016 r. poz. 64 z późn. zm.).

<sup>3</sup> Opis zakładanych efektów kształcenia dla kierunku studiów wyższych, poziomu i profilu kształcenia uwzględnia wszystkie uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji, właściwe dla danego poziomu Polskiej Ramy Kwalifikacji.

<sup>4</sup> Wszystkie charakterystyki drugiego stopnia (ogólne) określone w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji na poziomie 4 – poziomy 6-8 (Dz.U. 2016 r. poz. 1594) - część I.

<sup>5</sup> Wybrane efekty kształcenia właściwe dla obszaru lub obszarów kształcenia, do których został przyporządkowany kierunek studiów dla kwalifikacji na danym poziomie Polskiej Ramy Kwalifikacji znajdujące się w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji na poziomie 4 – poziomy 6-8 - część II – właściwe dla danego obszaru/ów kształcenia, poziomu i profilu.

<sup>6</sup> Część III - charakterystyki drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie dla poziomów 6 i 7 opisane w rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 26 września 2016 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji typowych dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego po uzyskaniu kwalifikacji na poziomie 4 – poziomy 6-8.



## **Przedmioty humanistyczne**

- A2a Informacja naukowa
- A3 Historia chemii i przemysłu chemicznego
- A4 Zarządzanie projektami
- A5 Zaawansowane techniki negocjacji
- A6 Strategia biznesowa

## **Przedmioty wybieralne kierunkowe**

- C1 Symulacja numeryczna instalacji przemysłowych z użyciem programu Aspen Plus
- C2 Laboratorium z automatyki
- C3 Zjawiska chaotyczne w obiektach inżynierii chemicznej
- C4 Ćwiczenia rachunkowe z inżynierii reaktorów heterogenicznych
- C5 Intensyfikacja i integracja procesów inżynierii chemicznej
- C6 Programowanie w języku Python w zastosowaniach inżynierskich
- C7 Programowanie w języku C/C++
- C8 Procesy cieplne i przepływowe w kotłach energetycznych
- C9 Zastosowanie sieci neuronowych
- C10 Modelowanie bryłowe elementów aparatury przemysłowej
- C11 Technologia jako nośnik biznesu
- C12 Wymienniki ciepła
- C13 Współczesne trendy w inżynierii chemicznej
- C16 Teoria dyfuzyjnego ruchu masy- obliczenia

## **Przedmioty wybieralne specjalnościowe**

- D1 Ansys w inżynierii chemicznej
- D3 Rolnicze surowce energetyczne do produkcji energii odnawialnej
- D4 Techniki modelowania oparte na danych (data-driven)
- D4 Procesy oczyszczania gazów
- D5 Zintegrowane systemy zawierające różne nośniki energii odnawialnych
- D7 Metody statystyczne w zarządzaniu jakością
- D10 Materiały zmiennofazowe w OZE



## **Przedmioty humanistyczne**

- A2a Informacja naukowa
- A3 Historia chemii i przemysłu chemicznego
- A4 Zarządzanie projektami
- A5 Zaawansowane techniki negocjacji
- A6 Strategia biznesowa

## **Przedmioty wybieralne kierunkowe**

- C1 Symulacja numeryczna instalacji przemysłowych z użyciem programu Aspen Plus
- C2 Laboratorium z automatyki
- C3 Zjawiska chaotyczne w obiektach inżynierii chemicznej
- C4 Ćwiczenia rachunkowe z inżynierii reaktorów heterogenicznych
- C5 Intensyfikacja i integracja procesów inżynierii chemicznej
- C6 Programowanie w języku Python w zastosowaniach inżynierskich
- C7 Programowanie w języku C/C++
- C8 Procesy cieplne i przepływowe w kotłach energetycznych
- C9 Zastosowanie sieci neuronowych
- C10 Modelowanie bryłowe elementów aparatury przemysłowej
- C11 Technologia jako nośnik biznesu
- C12 Wymienniki ciepła
- C13 Współczesne trendy w inżynierii chemicznej
- C16 Teoria dyfuzyjnego ruchu masy- obliczenia

## **Przedmioty wybieralne specjalnościowe**

- D1a Ansys w inżynierii chemicznej
- D2 Metody badań przepływów wielofazowych
- D4 Techniki modelowania oparte na danych (data-driven)
- D4 Niekonwencjonalny rozdział mieszanin
- D5 Mieszanie układów wielofazowych
- D6 Procesy oczyszczania gazów
- D7 Metody statystyczne w zarządzaniu jakością
- D8 Niekonwencjonalne źródła energii
- D9 Zasady modelowania procesów

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Angielska terminologia techniczna |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | English technical terminology     |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS A1 22/23         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                              |
| SEMESTRY                                | 1                                 |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 30         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z terminologią angielską z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej.

**Cel 2** Przekazanie studentom praktycznej wiedzy w zakresie przedstawiania zagadnień z dyscypliny inżynieria chemicznej i wyników własnych badań w języku angielskim w formie pisemnej i ustnej.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość języka angielskiego na poziomie B2.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość angielskiej terminologii technicznej i naukowej wykorzystywanej w dziedzinie inżynierii chemicznej i procesowej.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność korzystania z anglojęzycznych zasobów literaturowych związanych z programem ramowym.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność prezentacji pisemnej i ustnej zagadnień z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej.

**EK4 Kompetencje społeczne** Umiejętność przeprowadzania prostych konwersacji na tematy naukowe i techniczne.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Zasady pisania dokumentów o charakterze technicznym i naukowym. Opisy prac eksperymentalnych i prezentacja wyników badań.   | 6                |
| S2         | Opisy techniczne i technologiczne. Terminologia zagadnień dotyczących monitorowania procesów, problemów technicznych i usterek, bezpieczeństwa procesowego.                           | 6                |
| S3         | Podstawowe sformułowania naukowe. Definicje i prawa naukowe. Nomenklatura matematyczna, numeryczna i statystyczna.  | 2                |
| S4         | Prezentacja ustna wyników badań i autoprezentacja.  | 4                |
| S5         | Wybrane zagadnienia z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej (m.in. procesy mechaniczne, dyfuzyjne i cieplne; inżyniera reaktorów chemicznych; inżynieria chemiczna w przemyśle). | 12               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Prezentacje multimedialne

N2 Dyskusja

N3 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 16  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Raport

F2 Prezentacja

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Ocena jest średnią ważoną ocen formujących i oceny podsumowującej.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiada podstawowej wiedzy zakresu przedstawionej terminologii. Opanowanie materiału <50%. |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował terminologię angielską z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej w stopniu >50%.   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował terminologię angielską z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej w stopniu >60%.                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował terminologię angielską z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej w stopniu >70%.                     |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował terminologię angielską z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej w stopniu >80%.                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował terminologię angielską z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej w stopniu >90%.                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi wyszukać w literaturze angielskiej informacji na zadany temat.                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wyszukać w angielskiej literaturze techniczno-naukowej informacje na zadany temat i zrozumieć ich treść. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi odpowiedzieć na podstawowe pytania dotyczące zebranych materiałów.                                       |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował słownictwo występujące w zebranych materiałach.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi przetłumaczyć tekst naukowo-techniczny.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi przeanalizować informacje zawarte w tekście i na ich podstawie wyciągnąć własne wnioski.                 |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiada znajomości narzędzi służących do przygotowania prezentacji.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zebrać materiały konieczne do przygotowania prezentacji.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Na podstawie zebranych materiałów student potrafi przygotować krótką prezentację dotyczącą wybranego zagadnienia.        |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi zaprezentować ustnie wybrane zagadnienie.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi wyciągnąć własne wnioski z zaprezentowanego zagadnienia.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi odpowiedzieć na pytania dotyczące zaprezentowanego zagadnienia.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi przeprowadzić prostej konwersacji w języku angielskim.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Przy użyciu prostych zwrotów i podstawowej terminologii technicznej student potrafi się komunikować.                     |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi przeprowadzić prostą konwersację na omawiane tematy.   |

|              |  |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 4.0 | Student potrafi przeprowadzić konwersacje na wybrany temat z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej. |
| NA OCENĘ 4.5 | Student potrafi interpretować i wyciągać własne wnioski z omawianego zagadnienia.                        |
| NA OCENĘ 5.0 | Student potrafi przeprowadzić konwersacje na dowolny temat z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_U03<br>K2_U06   | Cel 1 Cel 2     | S2 S3 S5          | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_U01<br>K2_U02   | Cel 1 Cel 2     | S1 S4 S5          | N1                    | F1 F2         |
| EK3               | K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U06   | Cel 1 Cel 2     | S4                | N1 N2                 | F2            |
| EK4               | K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U06   | Cel 1 Cel 2     | S4 S5             | N1 N2 N3              | F2            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Domanski P. — *English in Science and Technology*, Warszawa, 2012, WNT
- [2 ] Ibbotson M. — *Cambridge English for Engineering*, Cambridge, 2009, Cambridge University Press
- [3 ] Armer T. — *Cambridge English for Scientists*, Cambridge, 2011, Cambridge University Press

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Day. R.A., Sakaduski N. — *Scientific English. A guide for scientists and other professionals*, Santa Barbara, 2011, Greenwood

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: katarzyna.bizon@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: katarzyna.bizon@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Informacja naukowa                         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Basic Principles of Scientific Information |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS A2 22/23                  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne                          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                       |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 30                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami i zagadnieniami informacji naukowej, w szczególności w zakresie wyszukiwania, oceny, gromadzenia i opracowania informacji o charakterze naukowym i fachowym.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Umiejętność posługiwania się dowolnym edytorem tekstu i programem do tworzenia prezentacji; znajomość języka angielskiego na poziomie B1

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna i rozumie podstawowe zasady komunikacji naukowej, w tym wyszukiwania, oceny i prezentacji informacji

**EK2 Wiedza** Student zna podstawowe ogólne i dziedzinowe źródła informacji naukowej i fachowej dot. inżynierii i technologii chemicznej

**EK3 Umiejętności** Student potrafi określić rodzaj i zakres potrzeby informacyjnej, sformułować zapytania informacyjne, szukać informacji w adekwatnych do potrzeb źródłach, krytycznie ocenić informacje i jej źródła oraz zintegrować wyselekcjonowane informacje z dotychczas posiadaną wiedzą

**EK4 Umiejętności** Student potrafi korzystać z menadżera bibliografii tj. Mendeley, oraz pozyskiwać informacje bibliograficzne z naukowych baz danych

**EK5 Kompetencje społeczne** Student potrafi określić i rozumie społeczne, ekonomiczne, prawne aspekty dostępu do informacji naukowych i korzystania z tych informacji

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| K1                       | Informacja - podstawowa terminologia, cechy informacji, źródła informacji, typologia dokumentów, Biblioteka akademicka w procesie komunikacji naukowej, Specyfika wyszukiwania informacji w internecie, ocena źródeł informacji, Dostęp do informacji - aspekty prawne i ekonomiczne, Multidyscyplinarne bazy danych z uwzględnieniem baz danych użytecznych dla nauk chemicznych, biologicznych i przyrodniczych. Korzystanie z menadżera bibliografii Mendeley, Bibliografia i przypisy, style bibliografii w połączeniu z bazami danych Science Direct, PubMed, Google Scholar. | 6                |
| K2                       | Podstawy użytkowania programów do rysowania schematów, struktur substancji chemicznych i dokumentacji graficznej eksperymentów ChemsSketch, ChemOffice Korzystanie z podstawowych oraz zaawansowanych funkcji Programu ChemsSketch.  | 6                |
| K3                       | Podstawy zastosowania baz danych Reaxys, Scopus, Science Direct, Pubmed, ChemSpider, Google Scholar, Korzystanie z bazy danych Reaxys i Scopus w połączeniu z uprzednio poznanymi sposobami wyszukiwania informacji naukowych oraz bibliograficznych.  | 6                |
| K4                       | Podstawy kosztorysowania eksperymentów laboratoryjnych, reakcji i analiz chemicznych i procesów biotechnologicznych, Poszukiwanie informacji dotyczących kosztorysowania procesów chemicznych, kosztorysowanie prostych eksperymentów chemicznych  | 6                |
| K5                       | Przygotowywanie raportów z zastosowaniem poznanych narzędzi do zarządzania bibliografią, programu ChemSketch, baz danych oraz kosztorysowania  | 6                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N2 Ćwiczenia laboratoryjne z użyciem komputera

N3 Ćwiczenia projektowe z użyciem komputera

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 5   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 5   |
| nauka posługiwania się specjalistycznym oprogramowaniem  | 5   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>55</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

Podstawą uzyskania zaliczenia z przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej z raportu z każdego z ćwiczeń komputerowych oraz uzyskanie oceny pozytywnej z pracy końcowej

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Raporty z ćwiczeń komputerowych

F2 Raport z pracy końcowej

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Obecność na zajęciach**W2** Otrzymanie pozytywnych ocen z raportów z każdego z ćwiczeń oraz z pracy końcowej w terminie określonym przez prowadzącego zajęcia**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA****B1** Średnia ważona ocen formujących**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | brak pozytywnych ocen z ćwiczeń oraz pracy końcowej, nieusprawiedliwiona nieobecność na zajęciach komputerowych   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna i rozumie w stopniu dostatecznym podstawowe zasady komunikacji naukowej, w tym wyszukiwania, oceny i prezentacji informacji, co zostało potwierdzone otrzymaniem pozytywnych ocen z wszystkich ćwiczeń oraz pracy końcowej  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | brak pozytywnych ocen z ćwiczeń oraz pracy końcowej, nieusprawiedliwiona nieobecność na zajęciach komputerowych   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna i rozumie w stopniu dostatecznym podstawowe zasady komunikacji naukowej, w tym wyszukiwania, oceny i prezentacji informacji, co zostało potwierdzone otrzymaniem pozytywnych ocen z wszystkich ćwiczeń oraz pracy końcowej  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi w stopniu dostatecznym określić rodzaj i zakres potrzeby informacyjnej, sformułować zapytania informacyjne, szukać informacji w adekwatnych do potrzeb źródłach, krytycznie ocenić informacje i jej źródła oraz zintegrować wyselekcjonowane informacje z dotychczas posiadana wiedza, co zostało potwierdzone uzyskaniem pozytywnych ocen z wszystkich ćwiczeń oraz pracy końcowej |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi korzystać ze wszystkich funkcji menadżera bibliografii w stopniu podstawowym, co zostało potwierdzone uzyskaniem pozytywnych ocen z wszystkich ćwiczeń oraz pracy końcowej  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi określić i rozumie społeczne, ekonomiczne, prawne aspekty dostępu do informacji i korzystania z niej, co potwierdza otrzymaniem pozytywnych ocen z wymaganych raportów  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU                             | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W09<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U08 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U14 b | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 K5    | N2 N3                 | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W09<br>K2_W11 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U14 b | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 K5    | N2 N3                 | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U08 b<br>K2_U15 b<br>K2_U16 b<br>K2_K03 | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 K5    | N2 N3                 | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U08 b<br>K2_U15 b   | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 K5    | N2 N3                 | F1 F2 P1      |
| EK5               | K2_K01<br>K2_K03   | Cel 1           | K1 K2 K3 K4 K5    | N2 N3                 | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] Czerwiński A. — *Ocena jakości informacji w Internecie*, Opole, 2020, Wydawnictwo Uniwersytetu Opolskiego

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] Cisek S — *Definiujemy Informacje*, Miejscość, 2020, Wydawnictwo

### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] Babik W. — *Nauka o informacji*, Warszawa, 2016, SBP

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Dariusz Karcz (kontakt: [dariusz.karcz@pk.edu.pl](mailto:dariusz.karcz@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Karolina Starzak (kontakt: [karolina.starzak@pk.edu.pl](mailto:karolina.starzak@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Historia chemii i przemysłu chemicznego        |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | History of Chemistry and the Chemical Industry |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS A3 22/23                      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne                              |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00   |
| SEMESTRY                                | 1  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 30      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Etapy rozwoju myśli. chemicznej oraz podstawowych pojęć chemicznych

**Cel 2** Początki i rozwój przemysłu chemicznego na ziemiach polskich.

**Cel 3** Wkład polskich chemików na rozwój nauki w świecie.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Wybrane aspekty rozwoju myśli chemicznej od czasów najdawniejszych do współczesności.

**EK2 Wiedza** Historia rozwoju przemysłu chemicznego w Polsce i na świecie.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność odszukiwania informacji historycznych w tekstach źródłowych.

**EK4 Umiejętności** Praca w zespole, przygotowanie i wygłoszenie prezentacji.

**EK5 Kompetencje społeczne** Świadomość na temat wkładu Polaków na rozwój nauki i przemysłu w Polsce i na świecie.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Prehistoria. Filozofia okresu starożytnego.            | 4                |
| <b>W2</b> | Nauka arabska.   | 4                |
| <b>W3</b> | Średniowiecze - alchemia i ziołolecznictwo.            | 4                |
| <b>W4</b> | Okres nowożytny w rozwoju chemii.                      | 4                |
| <b>W5</b> | Początki przemysłu chemicznego.                        | 4                |
| <b>W6</b> | Wydobycie i początki przetwórstwa ropy naftowej.       | 4                |
| <b>W7</b> | Rozwój przemysłu chemicznego od przełomu XIX i XX w.   | 4                |
| <b>W8</b> | Współczesne aspekty rozwoju przemysłu chemicznego      | 2                |

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Odkrycia chemiczne od prehistorii do czasów nowożytnych | 3                |
| <b>S2</b>  | Rozwój myśli i pojęć chemicznych.                       | 3                |
| <b>S3</b>  | Biografie i dokonania wybitnych chemików polskich.      | 6                |
| <b>S4</b>  | Rozwój przemysłu na ziemiach polskich.                  | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Dyskusja

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Praca w grupach

N5 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 4   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 1   |
| wycieczki  | 5   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 20  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny lub zespołowy (przygotowanie prezentacji)

F2 Odpowiedź ustna, dyskusja

F3 Test lub praca pisemna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

P2 Test

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Udział w zajęciach, frekwencja na poziomie co najmniej 60% obecności**W3** Wytąpienie ustne**W4** Wynik testu > 60%**W5** Udział w wycieczce/wycieczkach**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA****B1** Zebranie materiałów źródłowych**B2** Przygotowanie prezentacji indywidualnej lub zespołowej**B3** Przygotowanie wystąpienia ustego**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Wygłoszenie referatu, udział w wycieczce i zajęciach oraz wynik testu. Uzyskanie sumarycznej liczby punktów (ocena podsumowująca) <55% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Wygłoszenie referatu, udział w wycieczce i zajęciach oraz wynik testu. Uzyskanie sumarycznej liczby punktów (ocena podsumowująca) <55% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Wygłoszenie referatu, udział w wycieczce i zajęciach oraz wynik testu. Uzyskanie sumarycznej liczby punktów (ocena podsumowująca) <55% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Wygłoszenie referatu, udział w wycieczce i zajęciach oraz wynik testu. Uzyskanie sumarycznej liczby punktów (ocena podsumowująca) <55% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Wygłoszenie referatu, udział w wycieczce i zajęciach oraz wynik testu. Uzyskanie sumarycznej liczby punktów (ocena podsumowująca) <55% |

**10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU**

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--|----------------------|---|-----------------------|----------------|
| EK1               | K2_W05<br>K2_W09   | Cel 1 Cel 2          | W1 W2 W3 W4<br>S1 S2 S3                   | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK2               | K2_W04<br>K2_W09<br>K2_W11 b   | Cel 2                | W5 W6 W7 W8<br>S3 S4                      | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U02   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | S1 S2 S3 S4                               | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK4               | K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U08 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | S1 S2 S3 S4                               | N2 N3 N4              | F1 F2 P1 P2    |
| EK5               | K2_K02<br>K2_K03   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>S1 S2 S3 S4 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1 P2 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Nowak K.; Rutkowski K.; Suryło P.; Żmudzińska-Żurek B. — *Chemia w historii od starożytności do XIX wieku*, Kraków, 2015, Politechnika Krakowska
- [2 ] Żmudzińska-Żurek B.; Nowak K.; Rutkowski K.; Suryło P. — *Historia polskiej nafty w zarysie*, MiejscowoKrakówść, 2015, Politechnika Krakowska
- [3 ] Lichocka H. — *Historia chemii*, Miejscowość, 2022, Wydawnictwo

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Tatarkiweicz W. — *Historia filozofii tom 1*, Warszawa, 2005, PWN
- [2 ] Wróblewski A.K. — *Historia fizyki*, Warszawa, 2006, PWN
- [3 ] Brzeziński T. — *Historia medycyny (wyd. XIV)*, Warszawa, 2014, WydawPZWLnictwo
- [4 ] Drobniak J. — *Historia botaniki Farmaceutycznej*, Warszawa, 2021, PWN
- [5 ] Autor — *Tytuł*, Miejscowość, 2022, Wydawnictwo

### LITERATURA DODATKOWA

- [1 ] Artykuły z czasopisma "Wiadomości chemiczne" — *Tytuł*, Miejscowość, 2022, Wydawnictwo
- [2 ] Artykuły z czasopisma "Analecta. Studia i materiały z dziejów nauki" — *Tytuł*, Miejscowość, 2022, Wydawnictwo

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Piotr Suryło (kontakt: piotr.surylo@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Otmar Vogt (kontakt: otmar.vogt@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                           |
|---|---------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zarządzanie projektami    |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Project management        |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS A4 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne         |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                      |
| SEMESTRY                                | 1                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie z etapami planowania projektu

**Cel 2** Zapoznanie z czynnikami wpływającymi na realizację projektu

**Cel 3** Zapoznanie z rolą kierownika projektu

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Kompetencje społeczne** Student zna i rozumie za co jest odpowiedzialny kierownik projektu

**EK2 Wiedza** Student zna zasady dobrego planowania

**EK3 Umiejętności** Student potrafi wymienić jakie czynniki decydują o sukcesie lub porażce projektu

**EK4 Wiedza** Student wie jak sprawdzić, czy projekt przebiega zgodnie z oczekiwaniami

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenie do zarządzania projektami. Czym w teorii i praktyce jest projekt. Co należy uwzględnić w projekcie. Za co jest odpowiedzialny kierownik projektu. | 3                |
| <b>W2</b> | Planowanie projektu. Zasady dobrego planowania. Cel projektu na etapie planowania. W jaki sposób angażować kluczowe osoby w projekcie                          | 3                |
| <b>W3</b> | Realizacja projektu. Kluczowe czynniki sukcesu i porażek projektów. Najczęstsze problemy związane z projektami.  | 3                |
| <b>W4</b> | Monitorowanie projektu. Rola kierownika w monitorowaniu projektu. Ocena sytuacji projektu. Raporty postępu prac.   | 3                |
| <b>W5</b> | Sterowanie projektem. Rola kierownika w sterowaniu projektem. Zmiana planów w trakcie realizacji.  | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym.       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu.     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym.       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu.     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym.       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu.     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym.       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu.     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać.  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_K01   | Cel 3                | W1 W4 W5          | N1 N2                 | P1            |
| EK2               | K2_W05<br>K2_W12 b   | Cel 1 Cel 2          | W1 W2             | N1 N2                 | P1            |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U05<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b                                       | Cel 2                | W3 W4             | N1 N2                 | P1            |
| EK4               | K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W4 W5             | N1 N2                 | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Robert K. Wysocki, Rudd McGary** — *Efektywne zarządzanie projektami. Wydanie III*, , 2005, Onepress
- [2 ] **Marek Pawlak** — *Zarządzanie projektami*, , 2010, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3 ] **Project Management Institute** — *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, 7th Edition, 2021,

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zaawansowane techniki negocjacji    |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Advanced principles of negotiations |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS A5 22/23           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne                   |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                                |
| SEMESTRY                                | 1                                   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie ze strategią i planowaniem negocjacji

**Cel 2** Zapoznanie z istotą negocjacji wielostronnych

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończenie przedmiotu Techniki negocjacji

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Kompetencje społeczne** Student zna i rozumie etapy przygotowania do realizacji strategii

**EK2 Wiedza** Student zna istotę negocjacji wielostronnych

**EK3 Umiejętności** Student potrafi zaplanować proces negocjacji

**EK4 Kompetencje społeczne** Student potrafi wykorzystać najlepsze praktyki w negocjacjach

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Negocjacje: strategia i planowanie. Etapy przygotowania do realizacji strategii. Planowanie procesu i strukturyzacja kontekstu przekazu informacji. | 3                |
| <b>W2</b> | Percepcja, poznanie i emocje. Uprzedzenia poznawcze w negocjacjach. Nastrój, emocje i negocjacje.   | 3                |
| <b>W3</b> | Relacje w negocjacjach. Kluczowe elementy w zarządzaniu negocjacjami w ramach relacji.  | 3                |
| <b>W4</b> | Negocjacje wielostronne. Zarządzanie negocjacjami wielostronnymi. Negocjacje międzynarodowe i międzykulturowe.                                      | 3                |
| <b>W5</b> | Najlepsze praktyki w negocjacjach.  | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym        |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym        |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym        |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym        |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać   |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_K01   | Cel 1 Cel 2     | W1                | N1 N2                 | P1            |
| EK2               | K2_W05   | Cel 1 Cel 2     | W4                | N1 N2                 | P1            |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U05<br>K2_U08 b   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3          | N1 N2                 | P1            |
| EK4               | K2_K01<br>K2_K03   | Cel 1 Cel 2     | W3 W5             | N1 N2                 | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Lunden Bjorn , Rosell Lennart** — *Techniki negocjacji. Jak odnieść sukces w negocjacjach,,* , 2010, BL Info Polska
- [2 ] **Michał Chmielecki** — *Techniki negocjacji i wywierania wpływu,* , 2020, OnePress

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                           |
|---|---------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Strategia biznesowa       |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Business strategy         |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS A6 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne         |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                      |
| SEMESTRY                                | 1                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z elementami tworzenia strategii biznesowej

**Cel 2** Zapoznanie z koncepcjami planowania strategicznego

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student potrafi zadawać pytania niezbędne do utworzenia planu strategicznego

**EK2 Umiejętności** Student potrafi wyciągać ważne wnioski przy pomocy matrycy produkt/rynek oraz analizy działań strategicznych i operacyjnych

**EK3 Wiedza** Student wie, jak formułować misję firmy i definiować firmę w odniesieniu do konkurencji

**EK4 Kompetencje społeczne** Student potrafi mierzyć efekty przy pomocy określonych celów finansowych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenie do strategii. Historia strategii biznesowej | 2                |
| <b>W2</b> | Zasady skutecznej strategii                              | 4                |
| <b>W3</b> | Koncepcje strategicznego planowania                      | 4                |
| <b>W4</b> | Wartości, wizja, cel i misja firmy. Konkurencja          | 2                |
| <b>W5</b> | Etapy formułowania i wdrażania strategii                 | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>25</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie opanował podstawowej wiedzy podanej na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dostatecznym |
| NA OCENĘ 4.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w stopniu dobrym       |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją zinterpretować i wykorzystać w znacznym stopniu     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student opanował podstawową wiedzę podaną na wykładzie i potrafi ją bardzo dobrze zinterpretować i w pełni wykorzystać  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_U01<br>K2_U05   | Cel 1 Cel 2     | W3                | N1 N2                 | P1            |
| EK2               | K2_U01<br>K2_U05<br>K2_U10 b   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 | N1 N2                 | P1            |
| EK3               | K2_W05   | Cel 1 Cel 2     | W4 W5             | N1 N2                 | P1            |
| EK4               | K2_K01   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 | N1 N2                 | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Jan Polowczyk** — *Skuteczne strategie biznesowe. Praktyka i teoria*, , 2008, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu
- [2 ] **David Edgar, George Stonehouse** — *Business Strategy: An Introduction*, , 2021, Red Globe Press
- [3 ] **Alain Verbeke** — *International Business Strategy*, , 2013, Cambridge University Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: barbara.larwa@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Barbara Larwa (kontakt: barbara.larwa@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                           |
|---|---------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Dynamika procesowa        |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Process Dynamics          |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C1 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe     |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                      |
| SEMESTRY                                | 1                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 30      | 15        | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Umiejętność formułowania modeli matematycznych

**Cel 2** Umiejętność badania dynamiki metodami analitycznymi

**Cel 3** Umiejętność badania dynamiki metodami numerycznymi

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw obsługi pakietu Matlab

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat analitycznych i numerycznych metod badania dynamiki

**EK2 Umiejętności** Student umie formułować model matematyczny badanego obiektu

**EK3 Umiejętności** Student umie zaprogramować sformułowany model do obliczeń numerycznych

**EK4 Kompetencje społeczne** Student umie pracować w grupie oraz rozwiązywać przedstawione problemy.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY    |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b>  | Podstawy dynamiki układów liniowych i nieliniowych inżynierii chemicznej. | 3                |
| <b>W2</b>  | Formułowanie modeli dynamicznych procesów.                                | 3                |
| <b>W3</b>  | Metody badania stabilność układów dynamicznych.                           | 2                |
| <b>W4</b>  | Analiza dynamiki obiektów w dziedzinie czasu rzeczywistego.               | 4                |
| <b>W5</b>  | Elementy dynamiki układów chaotycznych.                                   | 2                |
| <b>W6</b>  | Badanie dynamiki metodami częstotliwościowymi.                            | 3                |
| <b>W7</b>  | Badanie dynamiki metoda bodziec - odpowiedź.                              | 1                |
| <b>W8</b>  | Identyfikacja obiektów inżynierii chemicznej.                             | 1                |
| <b>W9</b>  | Programy komputerowe do badania dynamiki układów.                         | 2                |
| <b>W10</b> | Analiza przykładowych problemów dynamicznych inżynierii chemicznej        | 9                |

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Formułowanie modeli dynamicznych układów inżynierii chemicznej. | 2                |
| <b>C2</b> | Badania stabilność układów dynamicznych.                        | 3                |
| <b>C3</b> | Analiza dynamiki obiektów w dziedzinie czasu rzeczywistego.     | 3                |

| ĆWICZENIA |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C4</b> | Badanie dynamiki metodami częstotliwościowymi.         | 2                |
| <b>C5</b> | Analiza przypadku studyjnego                           | 5                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Analiza stabilności wybranego nieliniowego obiektu o zmiennych skupionych za pomocą programu Matcont. | 3                |
| <b>K2</b>                | Analiza dynamiki wybranego obiektu nieliniowego za pomocą programu Matcont.                           | 2                |
| <b>K3</b>                | Analiza dynamiki wybranego reaktora chemicznego programem Madonna.                                    | 2                |
| <b>K4</b>                | Analiza dynamiki wybranego obiektu o zmiennych skupionych programem Dynamics.                         | 3                |
| <b>K5</b>                | Analiza dynamiki w dziedzinie częstotliwościowej wybranych obiektów liniowych w pakiecie Symulink.    | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Ćwiczenia w laboratorium komputerowym

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 60  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 15  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 30  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>120</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F3** Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Pewne braki w znajomości materiału wyłożonego na wykładzie, nie mające jednak wpływu na zrozumienie istoty materiału i nie umożliwiające prawidłowego podejścia do rozwiązania postawionego zadania. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Pewne braki w znajomości materiału wyłożonego na wykładzie, nie mające jednak wpływu na zrozumienie istoty materiału i nie umożliwiające prawidłowego podejścia do rozwiązania postawionego zadania. |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Pewne braki w znajomości materiału wyłożonego na wykładzie, nie mające jednak wpływu na zrozumienie istoty materiału i nie umożliwiające prawidłowego podejścia do rozwiązania postawionego zadania. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Pewne braki w znajomości materiału wyłożonego na wykładzie, nie mające jednak wpływu na zrozumienie istoty materiału i nie umożliwiające prawidłowego podejścia do rozwiązania postawionego zadania. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--|----------------------|--|-----------------------|----------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b<br>K2_U15 b | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 C1 C2<br>C3 C4 C5 K1 K2<br>K3 K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--|----------------------|--|-----------------------|----------------|
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U15 b<br>K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03                       | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 C1 C2<br>C3 C4 C5 K1 K2<br>K3 K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U11 b<br>K2_U12<br>K2_U13 b<br>K2_U16 b<br>K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 C1 C2<br>C3 C4 C5 K1 K2<br>K3 K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--|----------------------|--|-----------------------|----------------|
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 C1 C2<br>C3 C4 C5 K1 K2<br>K3 K4 K5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 F3 P1 P2 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **B.Roffel, B.Betlem** — *Process Dynamics and Control: Modeling for Control and Prediction*, New York, 2007, Wiley
- [2 ] **D.E.Seborg, T.F.Edgar, D.A.Mellichamp** — *Process Dynamics and Control*, New York, 2003, Wiley
- [3 ] **A.Adrover, S.Cerbelli, M.Giona, G.Continillo, M.Giona, S.Crescitelli** — *Nonlinear Dynamics and Control in Process Engineering*, Mailand, 2002, Springer-Verlag

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: [pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl](mailto:pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: [robert.grzywacz@pk.edu.pl](mailto:robert.grzywacz@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Nieustalona wymiana ciepła |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Transient heat transfer    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C2 22/23  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 1                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 15        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Student zna mechanizm nieustalonego przenoszenia ciepła

**Cel 2** Student zna metody numeryczne do rozwiązania równania nieustalonej wymiany ciepła

**Cel 3** Student potrafi wykonać obliczenia dotyczące nieustalonego przenoszenia ciepła

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Ukończenie przedmiotu Procesy cieplne
- 2 Ukończenie przedmiotu Metody obliczeniowe w inżynierii chemicznej

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zapoznanie z zagadnieniami nieustalonego przenoszenia ciepła oraz z urządzeniami stosowanymi do tego celu.

**EK2 Wiedza** Student zna różne metody rozwiązań równań różniczkowych związanych z nieustaloną wymianą ciepła.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi stosować różne metody rozwiązań równań różniczkowych do zastosowań w obliczeniach nieustalonej wymiany ciepła

**EK4 Umiejętności** Student potrafi prowadzić obliczenia związane z nieustaloną wymianą ciepła

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Równanie Fouriera dla przewodzenia ciepła. Liczba Biota. Przykłady obliczeń.   | 3                |
| C2        | Przykłady obliczeń dla równania nieustalonego przewodzenia ciepła w ciałach nieskończonych.  | 4                |
| C3        | Przykłady obliczeń dla równania nieustalonego przewodzenia ciepła w ciałach półnieskończonych.   | 4                |
| C4        | Przykłady obliczeń dla równania nieustalonego przewodzenia ciepła w ciałach nieskończonych - rozwiązanie przybliżone, uproszczenia. Wykorzystanie wykresów Heislera. | 4                |

| WYKŁADY |  |                  |
|---------|--|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Nieustalona wymiana ciepła. Dyfuzyjność cieplna. Liczba Biota. Obiekty o zmiennych skupionych i zmiennych rozłożonych.   | 2                |
| W2      | Równanie nieustalonego przewodzenia ciepła w ciałach nieskończonych - rozwiązanie analityczne i przybliżone, uproszczenia dla płyty nieskończonej, walca nieskończonego oraz kuli. Wykresy Heislera. | 5                |
| W3      | Równanie nieustalonego przewodzenia ciepła w ciałach półnieskończonych - rozwiązanie analityczne. Różne warunki brzegowe na powierzchni ciała półnieskończonego.                                     | 3                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Zastosowanie transformaty Laplacea do rozwiązania równania nieustalonej wymiany ciepła dla płyty nieskończonej i dla walca nieskończonego. Metody numeryczne stosowane przy rozwiązywaniu równania nieustalonego przewodzenia ciepła | 3                |
| <b>W5</b> | Przykłady praktycznego wykorzystania nieustalonej wymiany ciepła w różnych gałęziach przemysłu   | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20  |
| Opracowanie wyników  | 10  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>75</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Kolokwium

**F2** Test

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

P1 Średnia ważona ocen formujących

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |

|              |   |
|--------------|---|
| NA OCENĘ 4.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5 | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE             | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W10 b<br>K2_W12 b   | Cel 1 Cel 2          | C1 C2 C3 C4 W1<br>W2 W3 W4 W5 | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W02   | Cel 2                | C4 W4                         | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_W02<br>K2_U07 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | C1 C2 C3 C4 W1<br>W2 W3 W4 W5 | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b   | Cel 3                | C1 C2 C3 C4                   | N2                    | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Cengel Y.A. — *Heat and Mass Transfer*, London, 2007, McGraw-Hill
- [2 ] Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine — *Incropera's Principles of Heat and Mass Transfer, 8th Edition*, , 2017, Wiley

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                           |
|---|---------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Przepływy wielofazowe     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Multiphase flows          |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C3 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe     |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                      |
| SEMESTRY                                | 1                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 30      | 15        | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z podstawami teorii przepływów dwu- i wielofazowych

**Cel 2** Przekazanie studentom wiedzy o procesach i typach aparatów, w których występują przepływy wielofazowe

**Cel 3** Zapoznanie studentów z metodyką obliczeń hydrodynamicznych aparatów, przez które przepływają dwie lub więcej faz

Kod archiwizacji:

**Cel 4** Przekazanie studentom informacji o transporcie na duże odległości mieszanin dwu- i trójfazowych (transport hydrauliczny i pneumatyczny)

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza z zakresu przepływów jednofazowych

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna i rozumie podstawowe prawa rządzące przepływami wielofazowymi

**EK2 Wiedza** Student zdaje sobie sprawę z powodów realizowania wspólnego przepływów dwóch lub więcej faz. Zna rodzaje urządzeń i aparatów do kontaktowania faz oraz ich przeznaczenie

**EK3 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzić obliczenia hydrodynamiczne aparatów, w których realizowane są przepływy wielofazowe

**EK4 Wiedza** Student posiada podstawową wiedzę w zakresie teorii i możliwych zastosowań hydrotransportu i transportu pneumatycznego

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Obliczenia aerodynamiczne kolumny fluidyzacyjnej gaz-ciało stałe (prędkość minimum fluidyzacji, prędkość wywiewania, spadek ciśnienia, optymalna prędkość gazu i wysokość złoża, określenie ilości najdrobniejszej frakcji materiału ziarnistego unoszonego z kolumny). Obliczenie podstawowych wymiarów cyklonu przewidzianego do wychwytywania cząstek stałych unoszonych z kolumny. | 8                |
| <b>P2</b> | Obliczenia hydrodynamiczne różnego typu osadników (natężenie przepływu cieczy, powierzchnia aparatu, wymiary aparatu)  | 7                |

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Obliczenia związane z właściwościami układów wielofazowych. Obliczanie powierzchni międzyfazowej i powierzchni właściwej razy rozproszonej. | 2                |
| <b>C2</b> | Obliczanie oporów przepływu na wypełnieniach stacjonarnych różnych typów.   | 2                |
| <b>C3</b> | Hydrodynamiczne obliczenia kolumny fluidyzacyjnej.  | 2                |
| <b>C4</b> | Obliczenia dotyczące aparatów do oddzielania cząstek ciała stałego od cieczy i gazów.   | 2                |

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                  | LICZBA<br>GODZIN |
| C5        | Obliczenia strat ciśnienia w transporcie pneumatycznym i hydraulicznym. | 2                |
| C6        | Obliczenia z zakresu barbotażu.   | 2                |
| C7        | Wykorzystanie map przepływów w przepływach mieszanin gaz-ciecz.         | 2                |
| C8        | Obliczenia dotyczące przepływu cieczy rozpylonej.                       | 1                |

| WYKŁADY |   |                  |
|---------|---|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Właściwości fazy rozproszonej. Powierzchnia międzyfazowa i powierzchnia właściwa. Charakterystyka mieszanin dwufazowych.                  | 3                |
| W2      | Podstawy opisu przepływów dwufazowych. Ruch fazy rozproszonej w płynie.   | 3                |
| W3      | Przepływy płynu przez wypełnienie nieruchome. Przepływ przeciwpądowy typu gaz-ciecz. Obszary przepływu i spadki ciśnienia.                | 3                |
| W4      | Fluidyzacja gazowa, cieczowa i trójfazowa. Obszary pracy kolumn fluidyzacyjnych i spadki ciśnienia. Przemysłowe zastosowanie fluidyzacji. | 3                |
| W5      | Mieszaniny wielofazowe i metody ich rozdziału.  | 3                |
| W6      | Transport pneumatyczny i hydrauliczny. Transport w przewodach poziomych i pionowych.  | 3                |
| W7      | Barbotaż. Teoria van Krevelena. Przemysłowe zastosowanie barbotażu.   | 3                |
| W8      | Przepływy mieszanin gaz-ciecz w przewodach poziomych i pionowych. Mapy przepływów. Spływ cienkowiarystwy cieczy.                          | 3                |
| W9      | Przepływ rozpylonej cieczy. Tworzenie się, rozpadanie i ruch kropeł.  | 3                |
| W10     | Właściwości i przepływy mieszanin dwufazowych typu ciecz-ciecz.   | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Zadania tablicowe

N4 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 60  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 7   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 3   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 15  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 20  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>120</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Do egzaminu mogą przystąpić Studenci, którzy zaliczyli ćwiczenia tablicowe i projekty

W2 Ocena końcowa jest średnią ważoną z ocen podsumowujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60% |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91 do 100%   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91 do 100%   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Niewykonanie i nieoddanie projektu lub wykazanie niewystarczających umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych  |
| NA OCENĘ 3.0        | Wykonanie i oddanie projektu oraz wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie od 51 do 60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Wykonanie i oddanie projektu oraz wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Wykonanie i oddanie projektu oraz wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Wykonanie i oddanie projektu oraz wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Wykonanie i oddanie projektu oraz wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie od 91 do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91 do 100%   |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE             | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W05<br>K2_W10 b   | Cel 1           | C1 W1 W2                      | N1 N3 N4              | F1 F2 P1 P2   |
| EK2               | K2_W05<br>K2_W07   | Cel 2           | W3 W4 W5 W6<br>W7 W8 W9 W10   | N1 N2                 | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               | K2_W02<br>K2_W05<br>K2_U07 b   | Cel 3           | P1 P2 C2 C3 C4<br>C5 C6 C7 C8 | N2 N3 N4              | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | K2_W05   | Cel 4           | C5 W6                         | N1 N3 N4              | F1 F2 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] M. Dziubiński, J. Prywer — *Mechanika płynów dwufazowych*, Warszawa, 2009, WNT
- [2] Z. Kembłowski, S. Michałowski, C. Strumiło, R. Zarzycki — *Podstawy teoretyczne inżynierii chemicznej i procesowej*, Warszawa, 1985, WNT
- [3] R. Koch, A. Noworyta — *Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej*, Warszawa, 1998, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] J. Polarski — *Hydrotransport*, Warszawa, 1982, WNT
- [2] M. Dziubinski — *Hydrodynamika przepływu mieszanin dwufazowych ciecz-gaz*, Łódź, 2005, Wydawnictwa PŁ
- [3] Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki — *Mechanika płynów w inżynierii i ochronie środowiska*, Warszawa, 2009, WNT
- [4] R. Zarzycki, A. Chacuk, M. Starzak — *Absorpcja i absorbery*, Warszawa, 1995, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Mateusz Prończuk (kontakt: [mateusz.pronczuk@pk.edu.pl](mailto:mateusz.pronczuk@pk.edu.pl))



**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr inż. Mateusz Prończuk (kontakt: mateusz.pronczuk@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody obliczeniowe w inżynierii chemicznej   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Computational methods in chemical engineering |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C4 22/23                     |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                         |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 6.00  |
| SEMESTRY                                | 1 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 30      | 0         | 0            | 30                               | 0       | 0          |
| 2       | 15      | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Umiejętność numerycznego rozwiązywania liniowych i nieliniowych układów równań różniczkowych

**Cel 2** Umiejętność wykorzystania metod kontynuacyjnych do wyznaczania diagramów stanów ustalonych

Kod archiwizacji:

Cel 3 Znajomość metod specjalnych stosowanych w inżynierii chemicznej

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawowe pojęcia z teorii algorytmizacji

**EK2 Wiedza** Student posiada znajomość podstawowych metod numerycznych

**EK3 Umiejętności** Student potrafi stosować podstawowe metody numeryczne do obliczeń z zakresu inżynierii chemicznej

**EK4 Umiejętności** Student potrafi stosować specjalistyczne metody numeryczne do obliczeń z zakresu inżynierii chemicznej

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Numeryczne rozwiązywania liniowych i nieliniowych układów równań algebraicznych | 7                |
| <b>K2</b>                | Numeryczne rozwiązywania liniowych i nieliniowych układów równań różniczkowych  | 6                |
| <b>K3</b>                | Numeryczne obliczania całek oznaczonych   | 6                |
| <b>K4</b>                | Numeryczne rozwiązywania układów cząstkowych równań różniczkowych               | 6                |
| <b>K5</b>                | Metody kontynuacyjne  | 6                |
| <b>K6</b>                | Obliczenia numeryczne z zakresu inżynierii chemicznej                           | 7                |
| <b>K7</b>                | Zastosowanie wybranych specjalistycznych pakietów obliczeniowych                | 7                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                          | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Numeryczne rozwiązywania liniowych i nieliniowych układów równań algebraicznych | 6                |
| <b>W2</b> | Numeryczne rozwiązywania liniowych i nieliniowych układów równań różniczkowych  | 7                |
| <b>W3</b> | Numeryczne obliczania całek oznaczonych   | 7                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Numeryczne rozwiązywanie układów cząstkowych równań różniczkowych | 7                |
| <b>W5</b> | Metody kontynuacyjne  | 6                |
| <b>W6</b> | Obliczenia numeryczne z zakresu inżynierii chemicznej             | 6                |
| <b>W7</b> | Zastosowanie wybranych specjalistycznych pakietów obliczeniowych  | 6                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 90  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 5   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 5   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 5   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>115</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 6.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

P1 Średnia ważona ocen formujących

**KRYTERIA OCENY**

|                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Liczba punktów pomiędzy 50-60% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Liczba punktów pomiędzy 50-60% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Liczba punktów pomiędzy 50-60% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Liczba punktów pomiędzy 50-60% |

**10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU**

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                                  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|--|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_U01<br>K2_U02                                 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03                       | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03                       | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 | N1 N2                 | F1 P1         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                                  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|--|-----------------------|---------------|
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03                       | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Zenon Fortuna, Bohdan Macukow, Janusz Wąsowski — *Metody numeryczne*, Warszawa, 2015, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2] Czesław Cichoń — *Metody obliczeniowe: wybrane zagadnienia.*, Miejscość, 2005, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Szymon Skoneczny (kontakt: yourmail@gmail.com)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Inżynieria reaktorów heterogenicznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heterogeneous reactors engineering    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C5 22/23             |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                  |
| SEMESTRY                                | 2                                     |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30      | 0         | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z analizą procesów kinetycznych w porowatych ziarnach katalizatorów stałych i membranach katalitycznych.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z metodami modelowania procesów kontaktowych w pojedynczych ziarnach katalizatorów porowatych i monolitycznych oraz z metodami wyznaczania stanów stacjonarnych ziaren katalizatorów.

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Zapoznanie studentów z rodzinami modeli warstw katalizatorów oraz z metodami modelowania warstw kontaktów stacjonarnych.

**Cel 4** Zapoznanie studentów z modelowaniem, projektowaniem i badanie właściwości procesowych układów autotermicznych z udziałem reaktorów kontaktowych ze złożem stacjonarnym i fluidyzacyjnym.

**Cel 5** Zapoznanie studentów z reaktorami heterogenicznymi do realizacji niekatalitycznych reakcji płyn-ciało stałe oraz z modelami ziaren dla procesów niekatalitycznych.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończone przedmioty Matematyka oraz Inżynieria reaktorów chemicznych.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Umiejętność modelowania kinetyki procesów cząstkowych i określania równań kinetycznych procesów w porowatych ziarnach katalizatorów stałych.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność formułowania i rozwiązywania równań opisujących procesy kontaktowe w porowatych ziarnach katalizatorów o kształtach regularnych.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność formułowania i rozwiązywania równań opisujących warstwy stacjonarne katalizatorów występujących w reaktorach kontaktowych.

**EK4 Umiejętności** Umiejętność formułowania i rozwiązywania modeli ziaren dla niekatalitycznych procesów płyn-ciało stałe.

**EK5 Wiedza** Wiedza na temat formułowania modeli matematycznych dla struktur autotermicznych występujących w przemyśle, w których pracują kontaktowe reaktory ze złożem stacjonarnym lub reaktory fluidyzacyjne oraz ich praktycznego zastosowania przemysłowego.

**EK6 Wiedza** Wiedza na temat kontaktowych reaktorów fluidyzacyjnych, monolitycznych i membranowych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Wyznaczanie współczynnika efektywności ziarna katalizatora.                  | 7                |
| <b>P2</b> | Projekt kontaktowego reaktora rurowego z autotermicznym wymiennikiem ciepła. | 8                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Występowanie i znaczenie procesów kontaktowych w przemyśle i gospodarce. Analiza kinetyczna procesów cząstkowych w porowatych katalizatorach stałych. Pojęcie etapu kontrolującego szybkość procesu. Równania kinetyczne procesów kontaktowych. | 4                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W2</b> | Modelowanie i analiza procesów kontaktowych w pojedynczych ziarnach katalizatorów porowatych o kształtach regularnych. Rozkłady stężeń i temperatury w ziarnie. Współczynnik efektywności ziarna katalizatora.                                  | 6                |
| <b>W3</b> | Modele heterogeniczne procesów kontaktowych w złożach stacjonarnych. Metody bilansowania fazy stałej i płynnej. Rodziny modeli matematycznych dla stacjonarnych warstw katalizatorów.   | 6                |
| <b>W4</b> | Struktury autotermiczne reaktorów kontaktowych ze stacjonarnym złożem katalizatora. Zewnętrzne i wewnętrzne autotermiczne wymienniki ciepła. Algorytmy wyznaczania stanów stacjonarnych i projektowania autotermicznych reaktorów kontaktowych. | 4                |
| <b>W5</b> | Kontaktowe reaktory fluidyzacyjne. Kontaktowe reaktory membranowe. Reaktory z membraną inertną i z membraną katalityczną. Reaktory monolityczne.  | 4                |
| <b>W6</b> | Reaktory heterogeniczne dla procesów niekatalitycznych płyn-ciało stałe.  | 2                |
| <b>W7</b> | Modelowanie procesów niekatalitycznych w pojedynczych ziarnach ciała stałego. Model homogeniczny, model kurczącego się rdzenia, modele uwzględniające zmniejszania wymiaru i struktury cząstki.   | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 10  |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 5   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 30  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>120</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Ocena jest średnią ważoną oceny uzyskanej na egzaminie i oceny z projektów. Wagi ocen są przedstawiane studentom na pierwszym wykładzie.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60% |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70% |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W06<br>K2_U08 b   | Cel 1           | W1                | N1 N2                 | P1            |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W08 b<br>K2_U07 b                             | Cel 2           | P1 W2             | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W08 b<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b                 | Cel 3           | P2 W3 W4          | N1 N2                 | F2 P1         |
| EK4               | K2_W02<br>K2_W07<br>K2_U08 b   | Cel 5           | W6 W7             | N1                    | P1            |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK5               | K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W08 b<br>K2_W10 b<br>K2_U08 b                           | Cel 4           | P2 W4             | N1 N2                 | F2 P1         |
| EK6               | K2_W04<br>K2_W08 b<br>K2_W10 b<br>K2_U13 b                                     | Cel 1 Cel 4     | W5                | N1                    | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **B.Tabiś** — *Zasady inżynierii reaktorów chemicznych*, Warszawa, 2000, WNT
- [2] | **B.Tabiś, W.Żukowski** — *Przykłady i zadania z zakresu inżynierii reaktorów chemicznych*, Kraków, 2000, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej
- [3] | **A. Burghardt, G. Bartelmus** — *Inżynieria reaktorów chemicznych. Tom 2 - Reaktory dla układów heterogenicznych*, Warszawa, 2001, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **M. Schmal** — *Chemical reaction engineering : essentials, exercises and examples*, Londyn, 2014, Taylor & Francis
- [2] | **O. Levenspiel** — *Chemical reaction engineering*, Nowy Jork, 1998, Wiley

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: [katarzyna.bizon@pk.edu.pl](mailto:katarzyna.bizon@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                           |
|---|---------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Optymalizacja procesowa   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Process optimization      |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C6 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe     |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                      |
| SEMESTRY                                | 2                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30      | 15        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 2** Student zna metody analityczne i wybrane metody numeryczne wyznaczenia wartości maksymalnych funkcji różnych typów

**Cel 3** Student umie wykonać analizę problemu optymalizacyjnego, sformułować funkcję celu oraz dobrać metodę optymalizacyjną do jego rozwiązania

Kod archiwizacji:

**Cel 4** Student umie wykorzystać metody optymalizacyjne w obliczeniach projektowych inżynierii chemicznej i procesowej. Umie wykonać podstawowe obliczenia dotyczące ekonomiki analizowanego procesu.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawowe pojęcia z teorii optymalizacji

**EK2 Umiejętności** Student umie sformułować model matematyczny analizowanego procesu, określić kryterium optymalizacyjne oraz sformułować funkcję celu

**EK3 Umiejętności** Student umie dobrać i zastosować metodę optymalizacyjną do sformułowanego problemu oraz przeprowadzić stosowne obliczenia analityczne lub numeryczne.

**EK4 Umiejętności** Student umie formułować wnioski i zalecenia projektowe na bazie przeprowadzonych obliczeń optymalizacyjnych.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student umie pracować w grupie, podejmować decyzje projektowe oraz prezentować wykonaną pracę

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Metody analityczne wyznaczania ekstremów funkcji wielu zmiennych i funkcji uwikłanej.   | 3                |
| C2        | Metody analityczne wyznaczania ekstremów funkcji wielu zmiennych z ograniczeniami równościowymi i nierównościowymi.   | 4                |
| C3        | Zastosowanie programowania liniowego w inżynierii chemicznej.   | 1                |
| C4        | Zastosowanie programowania dynamicznego w inżynierii chemicznej   | 2                |
| C5        | Formułowanie modeli matematycznych do obliczeń optymalizacyjnych. Obliczenia procesowe i projektowe w inżynierii chemicznej z uwzględnieniem metod optymalizacyjnych. Analiza ekonomiczna procesów inżynierii chemicznej. | 5                |

| WYKŁADY |  |                  |
|---------|--|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Optymalizacja procesowa cel i metody. Problemy optymalizacji procesowej. Ekonomiczne aspekty optymalizacji procesowej. | 1                |
| W2      | Metody analityczne poszukiwania ekstremum funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń oraz funkcji uwikłanej.               | 2                |

| WYKŁADY    |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W3</b>  | Metody numeryczne poszukiwania ekstremum funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń oraz funkcji uwikłanej. Metoda złotego podziału, Gaussa-Saidla, Powella, Nelderera-Mead'a i metody gradientowe. | 2                |
| <b>W4</b>  | Metody analityczne poszukiwania ekstremum funkcji z ograniczeniami równościowymi. Metoda eliminacji ograniczenia, pochodnych restrykcyjnych i mnożników Lagrange'a.                             | 2                |
| <b>W5</b>  | Metody analityczne poszukiwania ekstremum funkcji z ograniczeniami nierównościowymi i mieszanymi. Twierdzenie Kuhan Tuckera. Zastosowanie twierdzenia Kuhna-Tuckera.                            | 3                |
| <b>W6</b>  | Metody numeryczne poszukiwania ekstremum funkcji z ograniczeniami równościowymi i nierównościowymi. Wybrane metody bezgradientowe i gradientowych oraz metody funkcji kary.                     | 2                |
| <b>W7</b>  | Programowanie liniowe wersja analityczna i numeryczna.  | 2                |
| <b>W8</b>  | Programowanie dynamiczne wersja analityczna i numeryczna.   | 2                |
| <b>W9</b>  | Elementy rachunku wariacyjnego. Optymalizacja funkcjonałów. Metoda wyznaczania ekstremali: zagadnienia bez ograniczeń, z ruchomymi węzłami, z ograniczeniami różniczkowymi i całkowymi.         | 3                |
| <b>W10</b> | Zasada maksimum oraz jej zastosowania. Wersja dla przypadku ciągłego i dyskretnego.   | 2                |
| <b>W11</b> | Wybrane problemy optymalizacji procesów w inżynierii chemicznej i procesowej.   | 2                |
| <b>W12</b> | Metody heurystyczne   | 1                |
| <b>W13</b> | Ekonomia w projektowaniu procesów inżynierii chemicznej.  | 2                |
| <b>W14</b> | Rozwiązywanie wybranych zagadnień optymalizacyjnych   | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30  |
| Opracowanie wyników  | 20  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 25  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>120</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Ustna obrona wykonanej pracy

**P3** Średnia ważona ocen

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w stosowaniu materiału wyłożonego na wykładzie, jednak nie wpływające na zrozumienie istoty materiału. Student umie prawidłowo podejść do rozwiązania postawionego zadania. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w stosowaniu materiału wyłożonego na wykładzie, jednak nie wpływające na zrozumienie istoty materiału. Student umie prawidłowo podejść do rozwiązania postawionego zadania. |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w stosowaniu materiału wyłożonego na wykładzie, jednak nie wpływające na zrozumienie istoty materiału. Student umie prawidłowo podejść do rozwiązania postawionego zadania. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w stosowaniu materiału wyłożonego na wykładzie, jednak nie wpływające na zrozumienie istoty materiału. Student umie prawidłowo podejść do rozwiązania postawionego zadania. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w stosowaniu materiału wyłożonego na wykładzie, jednak nie wpływające na zrozumienie istoty materiału. Student umie prawidłowo podejść do rozwiązania postawionego zadania. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE   | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--|----------------------|---|-----------------------|----------------|
| EK1               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05   | Cel 2 Cel 3<br>Cel 4 | C1 C2 C3 C4 C5<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W10 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U11 b | Cel 2 Cel 3<br>Cel 4 | C1 C2 C3 C4 C5<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2 P3 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE   | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--|----------------------|---|-----------------------|----------------|
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U09 b                                     | Cel 2 Cel 3<br>Cel 4 | C1 C2 C3 C4 C5<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2 P3 |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_K01 | Cel 2 Cel 3<br>Cel 4 | C1 C2 C3 C4 C5<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2 P3 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE   | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY  |
|-------------------|--|----------------------|---|-----------------------|----------------|
| EK5               | K2_W11 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b<br>K2_U15 b<br>K2_U16 b<br>K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03 | Cel 2 Cel 3<br>Cel 4 | C1 C2 C3 C4 C5<br>W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1 P2 P3 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] S.Sieniutycz — *Optymalizacja w inżynierii chemicznej*, Warszawa, 1978, WNT
- [2 ] R.Krupiczka, H.Merta — *Optymalizacja Procesowa*, Gliwice, 1996, WPS
- [3 ] S. Pushpavanam — *Control and Optimisation of Process Systems*, New York, 2013, Academic Press, Elsevier
- [4 ] Findeisen W., Szymanowski J., Wierzbicki A. — *Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji*, Warszawa, 1977, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: robert.grzywacz@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Teoria dyfuzyjnego ruchu masy         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | The theory of diffusive mass transfer |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C7 22/23             |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                  |
| SEMESTRY                                | 2                                     |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30      | 15        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie ze zjawiskiem dyfuzji w gazach doskonałych i cieczach. Uzyskanie umiejętności jego interpretacji oraz zapisania odpowiednich modeli matematycznych.

**Cel 2** Zapoznanie z wiedzą dotyczącą dyfuzyjnego ruchu masy w materiałach porowatych. Uzyskanie umiejętności modelowania matematycznego procesu oraz interpretacji uzyskiwanych wyników.

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Zapoznanie z sposobami wyznaczania parametrów modeli dyfuzyjnych. Nabycie umiejętności ich obliczania oraz stosowania danych dostępnych w literaturze.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu termodynamiki chemicznej i procesowej oraz chemii fizycznej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada podstawową wiedzę związaną z dyfuzją masy w gazach doskonałych, cieczach i materiałach porowatych, w tym w zeolitach.

**EK2 Wiedza** Student zna modele matematyczne ustalonego i nieustalonego dyfuzyjnego ruchu masy.

**EK3 Wiedza** Student zna sposoby wyznaczania parametrów równań dyfuzyjnego ruchu masy.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi stworzyć model matematyczny procesu dyfuzyjnego ruchu masy, uzyskać wyniki oraz w poprawny sposób je interpretować.

**EK5 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć parametry równań dyfuzyjnych opisujący ruch masy w fazie gazowej, ciekłej i w materiale porowatym.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenie do przedmiotu. Omówienie zakresu materiału oraz zasad zaliczenia. Znaczenie dyfuzji w życiu codziennym oraz w praktyce przemysłowej.  | 2                |
| <b>W2</b> | Ustalony dyfuzyjny ruch masy. Równania Maxwella- Stefana. Weryfikacja empiryczna równań Maxwella-Stefana dla dyfuzji ustalonej.  | 2                |
| <b>W3</b> | Nieustalony dyfuzyjny ruch masy. Weryfikacja empiryczna dla dyfuzji nieustalonej. Graniczne przypadki równań Maxwella- Stefana. Równanie Ficka.  | 2                |
| <b>W4</b> | Ustalony i nieustalony dyfuzyjny ruch masy w płynach rzeczywistych.  | 2                |
| <b>W5</b> | Wybrane sposoby określania parametrów równań dyfuzji. Metody empiryczne wyznaczania współczynników dyfuzji. Metody obliczeniowe określania współczynników dyfuzji w gazach.                    | 2                |
| <b>W6</b> | Omówienie podstawowych sposobów określania współczynników dyfuzji w roztworach ciekłych. Wzory półempiryczne. Metody udziałów grupowych. Metoda dynamiki molekularnej.                         | 2                |
| <b>W7</b> | Ruch masy w materiałach porowatych w odniesieniu do dyfuzji w gazach doskonałych. Podział materiałów porowatych. Parametry strukturalne i właściwości fizykochemiczne wpływające na ruch masy. | 1                |
| <b>W8</b> | Izobaryczna dyfuzja molekularna i Knudsena. Złożony nieizobaryczny ruch masy w warunkach ustalonych i nieustalonych  | 3                |

| WYKŁADY    |  |                  |
|------------|--|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W9</b>  | Ustalona i nieustalona dyfuzja powierzchniowa w materiałach porowatych.  | 2                |
| <b>W10</b> | Złożony dyfuzyjny ruch masy w materiałach porowatych. Ruch masy na drodze dyfuzji molekularnej, knudsenowskiej i powierzchniowej.  | 4                |
| <b>W11</b> | Sposoby określania parametrów strukturalnych materiałów porowatych. Metody określania współczynników dyfuzji w porach. Metody określania współczynników dyfuzji powierzchniowej. | 2                |
| <b>W12</b> | Zeolity jako przykład materiałów porowatych. Dyfuzyjny ruch masy w zeolitach.  | 2                |
| <b>W13</b> | Złożony dyfuzyjny ruch masy w ziarnach zeolitowych. Sposoby określania współczynników dyfuzji w zeolitach.   | 2                |
| <b>W14</b> | Omówienie podstawowych narzędzi matematycznych wykorzystywanych w obliczeniach związanych z dyfuzyjnym ruchem masy w fazie gazowej oraz w materiałach porowatych.                | 2                |

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Dyfuzja w gazach. Obliczenia związane z ruchem masy w rurach dyfuzyjnych.   | 2                |
| <b>C2</b> | Dyfuzja w płynach rzeczywistych. Wstępne obliczenia do numerycznego rozwiązywania problemów.  | 1                |
| <b>C3</b> | Obliczanie współczynników dyfuzji molekularnej w dwuskładnikowych roztworach gazowych i ciekłych o nieskończenie dużym rozcieńczeniu.   | 2                |
| <b>C4</b> | Obliczenie współczynników dyfuzji w steżonych roztworach dwuskładnikowych i trójskładnikowych. Zależność współczynnika dyfuzji Maxwella-Stefana od współczynnika dyfuzji Ficka. | 2                |
| <b>C5</b> | Dyfuzja molekularna i Knudsena.   | 2                |
| <b>C6</b> | Dyfuzja powierzchniowa. Złożony dyfuzyjny ruch masy.  | 2                |
| <b>C7</b> | Parametry modelu dyfuzyjnych ruchu masy w materiałach porowatych. Obliczanie efektywnych współczynników dyfuzji.  | 2                |
| <b>C8</b> | Dyfuzyjny ruch masy w zeolitach.  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

### N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30  |
| Opracowanie wyników  | 10  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium z ćwiczeń tablicowych

F2 Test z teorii

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie pozytywnej oceny ze wszystkich kolokwiów cząstkowych oraz z testu

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie posiada wystarczającej wiedzy na temat procesów ruchu masy w gazach, cieczech i materiałach porowatych. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student posiada częściową wiedzę na temat dyfuzyjnego ruchu masy. Jednakże w czasie formułowania wypowiedzi potrzebuje znacznej pomocy prowadzącego.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student zna i rozumie zagadnienia związane z dyfuzyjnym ruchem masy w gazach, cieczach i materiałach porowatych. Potrafi przeprowadzić merytorycznie poprawną dyskusję na tematy związane z tymi zagadnieniami. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie zna w wystarczającym stopniu modeli dyfuzyjnego ruchu masy. Nie potrafi wymienić podstawowych założeń modeli matematycznych oraz zinterpretować przedstawionych mu równań.                                |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student zna modele matematyczne ustalonego i nieustalonego ruchu masy. Jednakże ich interpretacja i zastosowanie sprawia mu znaczne problemy.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student zna, poprawnie interpretuje i stosuje modele matematyczne dyfuzyjnego ruchu masy zarówno w warunkach ustalonych jak i nieustalonych.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student zna mniej niż 50% sposobów wyznaczania parametrów równań dyfuzyjnego ruchu masy przedstawionych podczas wykładu oraz analizowanych na ćwiczeniach rachunkowych.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student potrafi wymienić sposoby wyznaczania parametrów równań dyfuzyjnego ruchu masy, ale nie potrafi omówić ich metodologii.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi wymienić i opisać sposoby wyznaczania parametrów równań dyfuzyjnego ruchu masy.   |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie potrafi stworzyć modeli dyfuzyjnego ruchu masy, uzyskać na ich podstawie interesujących go wyników oraz ich zinterpretować.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student potrafi stworzyć modele matematyczne dyfuzyjnego ruchu masy, ale uzyskanie na ich podstawie wyników oraz ich poprawne zinterpretowanie sprawia mu znaczne problemy.                                      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi stworzyć modele dyfuzyjnego ruchu masy w warunkach ustalonych i nieustalonych. Zna sposoby uzyskiwania na ich podstawie wyników. Uzyskane zależności potrafi w prawidłowy sposób interpretować. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie potrafi wyznaczyć parametry równań modeli matematycznych opisujących ruch masy w gazach doskonałych, cieczach i materiałach porowatych.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student zna sposoby wyznaczania parametrów dyfuzyjnych, ale ich prawidłowe wyznaczenie sprawia mu znaczną trudność.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student zna sposoby wyznaczania parametrów równań dyfuzyjnego ruchu masy oraz umie te metody zastosować. Potrafi dobrać metodę określania parametrów do konkretnego zagadnienia ruchu masy.                     |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE   | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W05<br>K2_W07   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14   | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W07<br>K2_W10 b<br>K2_U07 b                             | Cel 1 Cel 2          | W2 W3 W4 W7<br>W8 W9 W10<br>W12 W13                       | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W07<br>K2_W10 b<br>K2_U07 b                             | Cel 3                | W5 W6 W11<br>W13  | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W07<br>K2_W10 b<br>K2_U07 b                             | Cel 1 Cel 2          | W2 W3 W4 W7<br>W8 W9 W10<br>W12 W13 W14<br>C1 C2 C5 C6 C8 | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK5               | K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W07<br>K2_W10 b<br>K2_U07 b                             | Cel 3                | W5 W6 W11<br>W13 W14 C3 C4<br>C7                          | N1 N2                 | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **B. Tabiś, K. Bizon** — *Dyfuzyjny ruch masy. Dyfuzja w gazach doskonałych i płynach rzeczywistych*, Kraków, 2018, Wydawnictwo PK
- [2 ] **B. Tabiś** — *Dyfuzyjny ruch masy. Dyfuzja w materiałach porowatych*, Kraków, 2022, Wydawnictwo PK
- [3 ] **J. Szarawara** — *Termodynamika chemiczna stosowana*, Warszawa, 2007, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **D.D. Do** — *Adsorption analysis: equilibria and kinetics*, Singapore, 1998, Imperial College Press
- [2 ] **J.D. Seader, E.J. Henley, D.K. Roper** — *Separation process principles. Chemical and biological operations*, 2011, J.Wiley & Sons, Inc.

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                           |
|---|---------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Projektowanie procesowe   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Process design            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C8 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe     |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                      |
| SEMESTRY                                | 2                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30      | 0         | 0            | 0                                | 30      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie zagadnień związanych z problematyką projektowania procesowego.

**Cel 2** Poznanie elementów projektu procesowego.

**Cel 3** Poznanie zagadnień komputerowej obsługi procesów technologicznych.

Kod archiwizacji:

Cel 4 Poznanie zagadnień oceny efektywności inwestycji.

Cel 5 Poznanie podstawowych zagadnień bezpieczeństwa procesowego.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma szczegółową wiedzę w zakresie problematyki projektowania procesowego.

**EK2 Wiedza** Student zna elementy projektu procesowego, zagadnienia komputerowej obsługi procesów technologicznych i oceny efektywności inwestycji.

**EK3 Wiedza** Student zna podstawowe zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa procesowego.

**EK4 Kompetencje społeczne** Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.

**EK5 Umiejętności** Student potrafi zastosować w praktyce wiedzę dotyczącą projektowania procesowego.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY |  |                  |
|---------|--|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Podstawowe zasady projektowania procesowego, studium wykonalności projektu, zasady tworzenia projektu procesowego.   | 6                |
| W2      | Elementy projektu procesowego: założenia zasadnicze, istota procesu, schemat ideowy, bilans masowy, bilans cieplny, charakterystyka mediów technologicznych, dobór aparatów technologicznych, zagadnienia korozji i doboru materiałów, schemat technologiczny. Kontrola laboratoryjna procesu.   | 10               |
| W3      | Komputerowa obsługa procesów technologicznych: etap projektowania procesu, systemy czasu rzeczywistego. Zarządzanie informacją procesową. Kamienie milowe w zarządzaniu projektem. Kluczowe dokumenty. Zarządzanie procesami, podejście procesowe, integracja procesów jako metoda ich intensyfikacji, bezpieczeństwo procesów przemysłowych, schematy orurowania i oprzyrządowania (P&ID), oprogramowanie do projektowania procesowego. | 4                |
| W4      | Elementy efektywności inwestycji - opłacalność przedsięwzięcia, opłacalność produkcji, cena a techniczny koszt wytwarzania.  | 4                |
| W5      | Bezpieczeństwo procesowe podczas produkcji. Typowe operacje jednostkowe w warunkach zagrożenia wybuchem wywołanego obecnością palnych i wybuchowych gazów, par i cieczy. Techniki zabezpieczania aparatów procesowych przed wybuchem.  | 4                |
| W6      | Europejskie prawo a bezpieczeństwo procesowe - minimalne wymagania w zakresie bezpiecznej produkcji. Klasyfikacja stref zagrożenia wybuchem.   | 2                |

| PROJEKT   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projekt procesu rozdziału: - sformułowanie problemu i wstępna analiza - wybór rodzaju procesu - obliczenia procesowe (parametry strumieni) - dobór aparatów - weryfikacja założeń i optymalizacja procesu                             | 15               |
| <b>P2</b> | Projekt wybranego procesu produkcyjnego: - sporządzenie schematów - wykonanie obliczeń procesowych dla poszczególnych węzłów instalacji - dobór i obliczenia gabarytów aparatów w poszczególnych węzłach - analiza wskaźników procesu | 15               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia projektowe

N2 Dyskusja

N3 Konsultacje

N4 Praca w grupach

N5 Prezentacje multimedialne

N6 Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 60  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 4   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 6   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 8   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ocena z projektu zespołowego

F2 Test

F3 Zaliczenie ustne projektu

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Oddanie w wyznaczony terminie kompletnego projektu

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU                     | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W05   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 P1 P2 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 P1 P2 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1   |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU                     | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK3               | K2_W01<br>K2_W04<br>K2_W05   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 P1 P2 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K2_K01   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 P1 P2 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1   |
| EK5               | K2_U13 b<br>K2_U16 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 P1 P2 | N1 N2 N3 N4 N5<br>N6  | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **W. Kacperski, J. Kruszewski, R. Marcinkowski** — *Inżynieria systemów procesowych. Elementy syntezy procesów technologicznych*, Warszawa, 1992, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] | **J. Jeżowski** — *Wprowadzenie do projektowania systemów technologii chemicznej*, Rzeszów, 2001, Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej
- [3] | **R. Turton, R. C. Baillie, W. B. Whiting, J. A. Schaeiwitz** — *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*, NJ, 2012, Prentice Hall
- [4] | **A. K. Coker** — *Ludwigs Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Amsterdam, 2007, Elsevier
- [5] | **G. Towler, R. Sinnott** — *Chemical Engineering Design*, Burlington, San Diego, London, 2008, Elsevier

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                     | Symulacja numeryczna instalacji przemysłowych z użyciem programu Aspen Plus |
| NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM | Numerical Simulation of Industrial Plants using Aspen Plus                  |
| KOD PRZEDMIOTU                       | WITCh ICHIP oIIS C1 22/23   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                 | Przedmioty kierunkowe   |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                  | 2.00  |
| SEMESTRY                             | 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM KOMPUTEROWE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|--------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 30                       | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Celem przedmiotu jest rozszerzenie wiedzy studentów z projektowania komputerowego chemicznych instalacji przemysłowych.

**Cel 2** Nauczenie korzystania z Aspenu jako narzędzia pomocnego w projektowania i analizie pracy instalacji przemysłowych. Nauczenie analizy równowag międzyfazowych dla układów trójfazowych para-ciecz-ciecz. Naucze-

Kod archiwizacji:

nie korzystania z różnych modeli kinetyki reakcji chemicznych i reaktorów. Symulacja wybranych instalacji przemysłowych dla destylacji azeotropowej oraz destylacji z reaktywnej.

**Cel 3** Nauczenie korzystania z procedur Fortranu w oprogramowaniu Aspena. Nauczenie symulacji, analizy i optymalizacji złożonych instalacji przemysłowych

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość podstawowych procedur programowania numerycznego, znajomość FORTRANU oraz zaliczenie kursu na pierwszym stopniu studiów Podstawy symulacji operacji jednostkowych z użyciem programu Aspen Plus
- 2 Ukończenie kursu: Termodynamika procesowa
- 3 Znajomość operacji jednostkowych wymiany ciepła, wymiany masy, znajomość podstaw inżynierii reaktorów chemicznych oraz hydrodynamiki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Wybór właściwych modeli termodynamicznych w obliczeniach własności fizykochemicznych

**EK2 Wiedza** Wybór właściwych modeli operacji jednostkowych

**EK3 Umiejętności** Student potrafi utworzyć, zmodyfikować i zoptymalizować model złożonej instalacji przemysłowej korzystając z programu Aspen Plus oraz Fortranu

**EK4 Kompetencje społeczne** Student potrafi przyjąć poprawne założenia, wprowadzić dane do oprogramowania. Student potrafi wykonać obliczenia oraz prawidłowo przeanalizować otrzymane wyniki

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| K1                       | Obliczenia równowagi międzyfazowe. Modelowanie i analiza pracy kolumny destylacyjnej, obliczenia bilansowe, model RadFrac | 1                |
| K2                       | Optymalizacja pracy kolumny model RadFrac, korzystanie z narzędzia Design Specification do obliczeń bilansowych           | 2                |
| K3                       | Korzystanie z narzędzia Calculator (procedury Fortran)  | 2                |
| K4                       | Modele reakcji chemicznych: Power Law, General, LHHW  | 2                |
| K5                       | Modelowanie reaktora rurowego, różne modele kinetyki reakcji odwracalnej I nieodwracalnej                                 | 2                |
| K6                       | Porównanie różnych modeli reaktorów   | 3                |
| K7                       | Symulacja wybranych instalacji destylacji azeotropowej  | 5                |
| K8                       | Produkcja styrenu z etylobenzenu, analiza pracy instalacji. Projekt   | 5                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH             | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K9</b>                | Model uproszczony kolumny rektyfikacyjnej; Model DSTWU             | 1                |
| <b>K10</b>               | Modelowanie kolumny destylacyjnej, korzystanie z procedur Fortranu | 5                |
| <b>K11</b>               | Destylacja reaktywna i ekstraktywna                                | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia projektowe

**N2** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 15  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 5   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Projekt indywidualny

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

**P1** Średnia ważona ocen formujących

**KRYTERIA OCENY**

|                     |   |
|---------------------|---|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |

**10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU**

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                        | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|--|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W07<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U09 b<br>K2_U13 b<br>K2_K01 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 | N1 N2                 | F1 P1         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                        | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|--|-----------------------|---------------|
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_K01 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_K01   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U07 b<br>K2_U09 b<br>K2_K01                                 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Gil Chaves, I.D., López, J.R.G., Garca Zapata, J.L., Leguizamón Robayo, A., Rodríguez Nio, G — *Process Analysis and Simulation in Chemical Engineering*, New York, 2016, Springer
- [2 ] Ralph Schefflan — *Teach Yourself the Basics of Aspen Plus*, New York, 2016, Wiley-AICHe

- [3 ] **Jean-Charles de Hemptinne, Jean-Marie Ledanois, Pascal Mougin, Alain Barreau** — *Select thermodynamic models for process simulation*, , 2013, Select thermodynamic models for process simulation
- [4 ] **Kamal I.M. Al-Malah** — *Aspen Plus, Chemical Engineering Applications*, New York, 2018, John Wiley & Sons
- [5 ] **William L. Luyben** — *Distillation Design and Control Using Aspen Simulation*, New York, 2013, John Wiley & Sons

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Associate Professor Marek Czernicki (kontakt: marek.czernicki@centralelille.fr)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                           |
|---|---------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Laboratorium z automatyki |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Laboratory of automation  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C2 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe     |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                      |
| SEMESTRY                                | 2                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie Studentów z podstawami pracy urządzeń do regulacji automatycznej

**Cel 2** Zapoznanie Studentów z wpływem działania wybranych parametrów regulatorów oraz właściwości czujników na operacje regulacji automatycznej

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończony kurs z przedmiotu "Dynamika i sterowanie"

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy regulacji automatycznej oraz wpływ parametrów pracy regulatora na proces regulacji

**EK2 Umiejętności** Student potrafi dobrać nastawy regulatora P, PI oraz PID

**EK3 Umiejętności** Student zna podstawy programowania sterowników PLC

**EK4 Wiedza** Student zna wpływ zakłóceń na pracę urządzeń pomiarowych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |  |                  |
|--------------|--|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH       | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Wyznaczanie nastaw regulatora P, PI oraz PID                 | 3                |
| L2           | Wpływ opóźnienia procesowego na pracę regulatora             | 3                |
| L3           | Wpływ działania zakłóceń na pracę czujników różnego typu     | 3                |
| L4           | Wpływ stałej czasowej czujnika na przebieg procesu regulacji | 3                |
| L5           | Podstawy obsługi sterowników PLC                             | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia laboratoryjne

N2 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 4   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 4   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Przedłożenie poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych

W2 Uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium zaliczeniowego

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |
| NA OCENĘ 3.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |
| NA OCENĘ 3.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 3.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |
| NA OCENĘ 3.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 3.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |

|              |  |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 3.0 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 3.5 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 4.0 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 4.5 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 5.0 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W05   | Cel 1 Cel 2     | L1 L2 L3 L4 L5    | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_U01<br>K2_U07 b   | Cel 1 Cel 2     | L1 L2 L3 L4       | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U07 b   | Cel 1 Cel 2     | L5                | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W05   | Cel 1 Cel 2     | L3                | N1 N2                 | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Rosołowski E. — *Automatyczne sterowanie i regulacja*, Warszawa, 2020, EXIT
- [2] Brzózka J. — *Regulatory cyfrowe w automatyce*, Warszawa, 2002, MIKOM
- [3] Dębowski A. — *Automatyka Technika regulacji*, Warszawa, 2012, WNT

- [4 ] **Vagia M.** — *PID Controller Design Approaches Theory, Tuning And Application To Frontier Areas*, Rijeka, 2012, InTech

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Gawdzik A., Tabiś B., Figiel W.** — *Zasady sterowania procesami technologii i inżynierii chemicznej*, Kraków, 1991, Wydawnictwo PK
- [2 ] **Luyben W.L.** — *Modelowanie, symulacja i sterowanie procesów przemysłu chemicznego*, Warszawa, 1976, WNT
- [3 ] **Douglas J.M.** — *Dynamika i sterowanie procesów*, Warszawa, 1976, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Mateusz Prończuk (kontakt: [mateusz.pronczuk@pk.edu.pl](mailto:mateusz.pronczuk@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Mateusz Prończuk (kontakt: [mateusz.pronczuk@pk.edu.pl](mailto:mateusz.pronczuk@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zjawiska chaotyczne w obiektach inżynierii chemicznej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Chaotic phenomena in chemical engineering objects     |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C3 22/23                             |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00  |
| SEMESTRY                                | 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Umiejętność rozpoznawania zjawisk chaotycznych i dróg dojścia do chaosu

**Cel 2** Znajomość narzędzi badawczych do analizy zjawisk chaotycznych

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawowe pojęcia z teorii chaosu

**EK2 Umiejętności** Student umie wykonać analizę uzyskanych wyników symulacji badanego procesu i ocenić możliwość wystąpienia chaosu deterministycznego

**EK3 Umiejętności** Student umie dobrać i zastosować narzędzia matematyczne do analizy zjawisk chaotycznych

**EK4 Kompetencje społeczne** Student umie przygotować prezentację i przedstawić ją w jasny i komunikatywny sposób grupie studenckiej.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Preliminaria matematyczne. Charakterystyka obiektów nieliniowych. Typowe zachowania chaotyczne. Dziwne atraktory. | 1                |
| S2         | Drogi dojścia do chaosu: kaskada podwojenia okresu, intermitencje, wielokrotne bifurkacje Hopfa.                  | 1                |
| S3         | Miary zachowań chaotycznych: wykładnik Lapunowa, miara niezmiennicza, entropia Kołmogorowa.                       | 1                |
| S4         | Analiza równań różnicowych  | 1                |
| S5         | Wybranych modele różniczkowe w których wykryto zachowania chaotyczne.   | 2                |
| S6         | Narzędzia komputerowe do badan chaosu.deterministycznego  | 1                |
| S7         | Fraktale  | 1                |
| S8         | Przykłady zjawisk chaotycznych w inżynierii chemicznej.   | 7                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

**N2** Dyskusja

**N3** Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Prezentacja indywidualna

F2 Dyskusja i obrona

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Prezentacja na zadany temat. Dopuszczone pewne braki w przygotowaniu materiału, w jego formie graficznej bądź w dobranym zakresie prezentacji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Prezentacja na zadany temat. Dopuszczone pewne braki w przygotowaniu materiału, w jego formie graficznej bądź w dobranym zakresie prezentacji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Prezentacja na zadany temat. Dopuszczone pewne braki w przygotowaniu materiału, w jego formie graficznej bądź w dobranym zakresie prezentacji. |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Prezentacja na zadany temat. Dopuszczone pewne braki w przygotowaniu materiału, w jego formie graficznej bądź w dobranym zakresie prezentacji. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U10 b   | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4 S5<br>S6 S7 S8 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W10 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U15 b<br>K2_K01 | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4 S5<br>S6 S7 S8 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U15 b                             | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4 S5<br>S6 S7 S8 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03 | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4 S5<br>S6 S7 S8 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] J. M. T. Thompson — *Nonlinear Dynamics and Chaos*, New York, 2001, Wiley
- [2 ] H. G. Schuster — *Chaos Deterministyczny*, Warszawa, 1995, PWN
- [3 ] M.Akhmet — *Dynamics with chaos and fractals*, New York, 2020, Springer
- [4 ] A.Fowler, M.McGuinness — *Chaos - An Introduction for Applied Mathematicians*, New York, 2020, Springer

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

[1 ] J. Lvy-Vhel — *Fractals in Engineering*, New York, 2005, Springer

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: robert.grzywacz@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Ćwiczenia rachunkowe z inżynierii reaktorów heterogenicznych     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Accounting exercises from the heterogeneous reactors engineering |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C4 22/23  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe  |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 15        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z problemami rachunkowymi inżynierii reaktorów heterogenicznych.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu inżynierii reaktorów chemicznych.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie sformułować modele matematyczne procesów zachodzących w ziarnach katalizatorów.

**EK2 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie sformułować heterogeniczny oraz pseudohomogeniczny model warstwy katalizatora porowatego.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie sformułować model matematyczny struktur autotermicznych.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie sformułować model opisujący pracę reaktorów membranowych.

**EK5 Umiejętności** Student potrafi modelować niekatalityczne reakcje płyn- ciało stałe.

**EK6 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć wybrane parametry procesowe na podstawie modelu matematycznego reaktorów w układach heterogenicznych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Modelowanie procesów zachodzących w ziarnie katalizatora porowatego. Wyznaczanie rozkładów stężeń i temperatur w ziarnach katalizatorów płaskich, cylindrycznych i sferycznych.                                    | 3                |
| C2        | Wyznaczanie współczynników efektywności ziaren o różnych geometriach.  | 1                |
| C3        | Modele heterogeniczne warstw katalizatorów.  | 2                |
| C4        | Modelowanie warstw katalizatorów z założeniem pseudohomogeniczności procesu. Modele dwuwymiarowe. Modele jednowymiarowe.   | 2                |
| C5        | Modelowanie struktur autotermicznych z wewnętrznymi i zewnętrznymi wymiennikami ciepła.  | 3                |
| C6        | Modelowanie kontaktowych reaktorów membranowych.   | 2                |
| C7        | Modelowanie procesów niekatalitycznych w układzie płyn-ciało stałe. Model kurczącego się rdzenia. Model uwzględniający zmniejszenie się wymiaru cząstki. Modele uwzględniające zmianę struktury porowatej cząstki. | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Zadania tablicowe

N2 Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 5   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>27</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwia z ćwiczeń tablicowych

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%.       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%.       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%.       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%.       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%.       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |  |

|              |  |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 2.0 | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%.       |
| NA OCENĘ 3.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%.  |
| NA OCENĘ 3.5 | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5 | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b       | Cel 1           | C1 C2             | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b       | Cel 1           | C3 C4             | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b       | Cel 1           | C5                | N1 N2                 | F1 P1         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK4               | K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b       | Cel 1           | C6                      | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK5               | K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b       | Cel 1           | C7                      | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK6               | K2_W02<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b       | Cel 1           | C1 C2 C3 C4 C5<br>C6 C7 | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] B. Tabiś, A. Gawdzik — *Modelowanie i projektowanie reaktorów heterogenicznych*, Kraków, 1989, Wydawnictwo PK
- [2] B. Tabiś, W. Żukowski — *Przykłady i zadania z zakresu inżynierii reaktorów chemicznych, Podręcznik dla studentów studiów technicznych*, Kraków, 2000, Wydawnictwo PK
- [3] A. Burghardt, G. Bartelmus — *Inżynieria reaktorów chemicznych. Tom II*, Warszawa, 2001, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] H. A. Jakobsen — *Chemical Reactor Modeling. Multiphase Reactive Flows*, , 2008, Springer- Verlag Berlin Heidelberg
- [2] M. Schmal — *Chemical reaction engineering : essentials, exercises and examples*, , 2014, Taylor & Francis
- [3] R.J. Farrauto, L. Dorazio, C.H. Bartholomew — *Introduction to catalysis and industrial catalytic processes*, , 2016, Wiley

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Intensyfikacja i integracja procesów inżynierii chemicznej        |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Intensification and integration of chemical engineering processes |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C5 22/23   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe   |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00  |
| SEMESTRY                                | 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z metodami intensyfikacji i integracji procesowej jako podejścia do projektowania procesów technologicznych, ich wadami i zaletami w porównaniu do podejścia konwencjonalnego.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z najnowszymi trendami rozwoju światowej gospodarki energetycznej oraz surowcowej i nowoczesnymi rozwiązaniami technologicznymi oraz poszerzenie świadomości ekologicznej w kontekście zmian klimatycznych i kurczących się zasobów surowców nieodnawialnych

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Przekazanie wiedzy na temat rozwiązań aparaturowych służących praktycznemu wdrażaniu założeń intensyfikacji i integracji procesowej.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończone przedmioty Podstawy inżynierii chemicznej oraz Inżynieria reaktorów chemicznych.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Wiedzę z zakresu podstaw ideowych i metodologii intensyfikacji i integracji procesów inżynierii chemicznej, ich wad i zalet w porównaniu z projektowaniem procesów w sposób konwencjonalny.

**EK2 Wiedza** Znajomość podstawowych technik intensyfikacji procesów chemicznych oraz fizykochemicznych, istniejących technologii oraz rozwiązań aparaturowych.

**EK3 Kompetencje społeczne** Świadomość wpływu przemysłu na klimat i środowisko naturalne oraz ryzyko związanego z kurczącymi się zasobami surowców nieodnawialnych.

**EK4 Umiejętności** Umiejętność formułowania modeli matematycznych procesów adsorpcji reaktywnej.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Integracja i intensyfikacja procesów jako narzędzie strategii zrównoważonego rozwoju. Rozwiązania aparaturowe.  | 3                |
| <b>W2</b> | Katalityczne reaktory wielofunkcyjne i adsorpcyjne. Makro- i mikrostruktura złożeń. Katalizatory hybrydowe i wielofunkcyjne.                                    | 2                |
| <b>W3</b> | Charakterystyka wybranych procesów prowadzonych w reaktorach adsorpcyjnych. Typy stosowanych reaktorów adsorpcyjnych. Reaktory o działaniu ciągłym i okresowym. | 2                |
| <b>W4</b> | Modelowanie i projektowanie procesów sorpcji reaktywnej. Model pojedynczego hybrydowego ziarna katalizatora. Model reaktora adsorpcyjnego o działaniu okresowym | 5                |
| <b>W5</b> | Koncepcja Power-to-X. Procesy zintegrowane zorientowane na syntezę paliw odnawialnych.  | 3                |

#### 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 3   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie pisemne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W06<br>K2_W11 b<br>K2_U11 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W5          | N1 N2                 | P1            |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK2               | K2_W06<br>K2_W11 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W5       | N1                    | P1            |
| EK3               | K2_W04<br>K2_W09<br>K2_K03   | Cel 1 Cel 2          | W1 W5             | N1 N2                 | P1            |
| EK4               | K2_W02<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_U08 b                                       | Cel 3                | W3 W4             | N1                    | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] E. Molga — *Procesy adsorpcji reaktywnej*, Warszawa, 2018, PWN
- [2 ] A. Stankiewicz, J. A. Moulijn (eds.) — *Re-engineering the chemical processing plant process intensification*, Nowy Jork, 2004, Marcel Dekker

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] D. Reay, C. Ramshaw, A. Harvey — *Process intensification engineering for efficiency, sustainability and flexibility*, Oxford, 2013, Butterworth-Heinemann

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: [katarzyna.bizon@pk.edu.pl](mailto:katarzyna.bizon@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Programowanie w języku Python w zastosowaniach inżynierskich |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Programming in Python in engineering applications            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C6 22/23                                    |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe  |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studenta z językiem Python.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy języka Python

**EK2 Umiejętności** Student potrafi wykorzystać podstawowe komendy języka Python

**EK3 Umiejętności** Student potrafi rozwiązać proste problemy inżynierskie

**EK4 Umiejętności** Student potrafi korzystać z bibliotek numerycznych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Środowiska programistyczne dla Python. Jupyter Lab i PyCharm  | 5                |
| <b>K2</b>                | Instalowanie bibliotek i korzystanie z NumPy oraz SciKit Learn  | 5                |
| <b>K3</b>                | Rozwiązywanie problemów numerycznych. Równania różniczkowe zwyczajne, algebraiczne. Rysowanie wykresów. | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Dyskusja

**N2** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 3   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 3   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 3   |
| Opracowanie wyników  | 3   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 3   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

|                     |   |
|---------------------|---|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów w przedziale 50-60%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów w przedziale 50-60%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów w przedziale 50-60%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów w przedziale 50-60%. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] Harvey Deitel, Deitel Paul J. — *Python dla programistów*, , 2021, Helion

[2 ] Robert Johansson — *Matematyczny Python*, , 2021, Helion

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Szymon Skoneczny (kontakt: yourmail@gmail.com)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                              |
|---|------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Programowanie w języku C/C++ |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Programming in C / C ++      |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C7 22/23    |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                         |
| SEMESTRY                                | 2                            |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studenta z językiem C/C++

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy języka strukturalnego i obiektowego

**EK2 Wiedza** Student zna podstawowe elementy języka obiektowego

**EK3 Umiejętności** Student potrafi pisać proste programy w języku C/C++

**EK4 Umiejętności** Student potrafi rozwiązywać proste problemy inżynierskie przy użyciu języka C/C++

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Podstawowe komendy języka C. Funkcje. Dołączanie bibliotek i kompilacja.                | 5                |
| <b>K2</b>                | Pojęcie klasy i obiektu. Atrybuty i metody. Dziedziczenie. Klasy abstrakcyjne.          | 5                |
| <b>K3</b>                | Operacje wejścia-wyjścia. Tworzenie programów do rozwiązywania problemów inżynierskich. | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 2   |
| Opracowanie wyników  | 2   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 2   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>25</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

|                     |   |
|---------------------|---|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów na poziomie 5-60%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów na poziomie 5-60%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów na poziomie 5-60%. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Uzyskanie liczby punktów na poziomie 5-60%. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK3               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K2_W02   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Kubiak Mirosław J. — *C++ Zadania z programowania z przykładowymi rozwiązaniami*, , 2020, Helion
- [2 ] Tony Gaddis — *Język C++ Owoce programowania*, , 2021, Helion

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Szymon Skoneczny (kontakt: yourmail@gmail.com)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Procesy cieplne i przepływowe w kotłach energetycznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Thermal and flow processes in power boilers            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C8 22/23                              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                                  |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z budową kotłów energetycznych i sposobami przenoszenia w nich pędu i ciepła

Kod archiwizacji:

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy procesów przepływowych i cieplnych.

**EK2 Wiedza** Student zna najważniejszą różnicę w budowie kotłów.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi wymienić i scharakteryzować rodzaje kotłów.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi opisać procesy zachodzące w wybranej konstrukcji kotła.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |  |                  |
|------------|--|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Wprowadzenie do tematu. Przypomnienie podstawowych zagadnień związanych z przepływami płynów i wymianą ciepła. Budowa i charakterystyka kotłów energetycznych. Schematy instalacji. Aparatura peryferyjna. | 2                |
| <b>S2</b>  | Prezentacje studenckie   | 13               |

#### 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 12  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>29</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Prezentacja

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Prezentacja wybranego zagadnienia

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU           | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W09<br>K2_W10 b | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W09<br>K2_W10 b | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U08 b   | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U05<br>K2_U08 b<br>K2_U10 b<br>K2_U13 b                 | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Taler J., — *Procesy cieplne i przepływowe w dużych kotłach energetycznych*, Warszawa, 2011, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2 ] Chmielniak — *Technologie Energetyczne*, Warszawa, 2021, Wydawnictwo Naukowe PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Kruczek S., — *Kotły*, Wrocław, 2001, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Dawid Jankowski (kontakt: dawid.jankowski@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Dawid Jankowski (kontakt: dawid.jankowski@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zastosowanie sieci neuronowych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Application of neural networks |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C9 22/23      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                           |
| SEMESTRY                                | 2                              |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 30                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z właściwościami i możliwościami sztucznych sieci neuronowych (SSN).

**Cel 2** Nabycie umiejętności przez studentów budowy sieci neuronowej.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna zastosowanie sieci neuronowych, ich budowę i wybrane algorytmy uczenia.

**EK2 Umiejętności** Student zna środowisko pracy do tworzenia sieci neuronowych JOONE (Java Object Oriented Neutral Engine).

**EK3 Wiedza** Student zna podstawowe modele sieci neuronowych i ich przykładowe zastosowanie.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie tworzyć sieci neuronowe.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Wprowadzenie do tematu sieci neuronowych: Zastosowanie sieci neuronowych. Omówienie budowy pojedynczego neuronu (liniowego i nieliniowego), podstawowych typów architektury sieci neuronowych. Przedstawienie wybranych algorytmów uczenia sieci neuronowych z nauczycielem (pod nadzorem) i bez nauczyciela. Uczenie sieci neuronowej metodą wstecznej propagacji błędów (backpropagation). | 5                |
| <b>K2</b>                | Omówienie środowiska JOONE (Java Object Oriented Neutral Engine).  | 4                |
| <b>K3</b>                | Podstawowe modele sieci neuronowych: perceptron prosty, perceptron wielowarstwowy. Przykłady sieci uczonych bez nadzoru (bez nauczyciela).   | 5                |
| <b>K4</b>                | Skonstruowanie sieci neuronowej typu wielowarstwowego perceptronu (MLP Multi Layer Perceptron) na podanych przykładach.  | 6                |
| <b>K5</b>                | Zastosowanie sieci neuronowej do aproksymacji funkcji.   | 2                |
| <b>K6</b>                | Wykorzystanie sieci do symulacji procesów jednostkowych.   | 2                |
| <b>K7</b>                | Zastosowanie wiedzy teoretycznej w praktyce, prezentacje multimedialne wykonanych miniprojektów przez Studentów.   | 6                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

**N2** Ćwiczenia praktyczne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 10  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenia praktyczne

F2 Projekt

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | 60% - 70% opanowania wymaganego materiału. Student zna zastosowania sieci neuronowych, ich budowę i wybrane algorytmy uczenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | 60% - 70% opanowania wymaganego materiału. Student zna środowisko pracy do tworzenia sieci neuronowy JOONE.                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | 60% - 70% opanowania wymaganego materiału. Student zna podstawowe modele sieci neuronowych i ich zastosowania.                 |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | 60% -70% opanowania wymaganego materiału. Student potrafi samodzielnie tworzyć sieci neuronowe. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE    | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W02<br>K2_U01   | Cel 1           | K1 K3 K4 K5 K6       | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_W02<br>K2_U01   | Cel 2           | K2                   | N2                    | F1 P1         |
| EK3               | K2_W02<br>K2_U01   | Cel 1           | K3 K4 K5 K6          | N2                    | F1 P1         |
| EK4               | K2_W02<br>K2_U02   | Cel 2           | K2 K3 K4 K5<br>K6 K7 | N1 N2                 | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] R. A. Kosiński — *Sztuczne sieci neuronowe, dynamika nieliniowa i chaos*, , 2017, PWN
- [2] D. Rutkowska, M. Piliński, L. Rutkowski — *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*, Warszawa, 1999, PWN
- [3] Madan M. Gupta, Liang Jin, Noriyasu Homma, Lotfi A. Zadeh — *Static and dynamic neural networks: From fundamentals to advanced theory*, , 2005, Wiley-IEEE Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Beata Fryźlewicz-Kozak (kontakt: beata.fryzlewicz-kozak@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Beata Fryźlewicz-Kozak (kontakt: beata.fryzlewicz-kozak@pk.edu.pl)



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Modelowanie bryłowe elementów aparatury przemysłowej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Solid modelling of industrial apparatus components   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C10 22/23                           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                                |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 30                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie z zapisem konstrukcji w systemie 3D (programy CAD). Opanowanie i doskonalenie technik sporządzania zapisu cyfrowego elementów trójwymiarowych.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość zasad kreślarskich, jednostek miar, oznaczeń rysunkowych, umiejętność posługiwania się programami komputerowymi.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna podstawy opisu geometrii a także zapisu konstrukcji w systemach CAD. Zna możliwości programów CAD stosowanych w procesach projektowania oraz do tworzenia dokumentacji technicznej

**EK2 Umiejętności** Potrafi zamodelować nieskomplikowane obiekty trójwymiarowe przy wykorzystaniu oprogramowania Autodesk. Potrafi odwzorować elementy maszyn z zastosowaniem CAD 3D

**EK3 Umiejętności** Potrafi graficznie przedstawić projekt inżynierski z zakresu maszynoznawstwa i aparatury chemicznej w zakresie swojej specjalności przy pomocy systemów CAD

**EK4 Kompetencje społeczne** Ma świadomość korzyści wynikających ze stosowania programów komputerowych CAD

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| K1                       | Wprowadzenie: Przeszkolenie BHP. Omówienie zasad zaliczenia przedmiotu. Ustalenie harmonogramu zajęć. Zaawansowane funkcje oglądania rysunku, widoki, podgląd dynamiczny, eksport danych. | 2                |
| K2                       | Rzutnie w obszarze modelu, komponowanie rysunku z wykorzystaniem wielu rzutni.  | 2                |
| K3                       | Szablony standardowe i użytkownika.   | 2                |
| K4                       | Centrum Danych Projektowych (Design Center), tworzenie wyrwań, przekrojów.  | 2                |
| K5                       | Przestrzeń w programie AutoCAD - wstęp do 3D, rzutnie i ich współpraca z układami współrzędnych, widoki i układy współrzędnych.   | 2                |
| K6                       | Modelowanie Bryłowe, modyfikacje brył.  | 2                |
| K7                       | Modelowanie krawędziowe i ściankowe, modele krawędziowe, nadawanie grubości obiektom.   | 2                |
| K8                       | Predefiniowane obiekty siatkowe.  | 2                |
| K9                       | Powierzchnie: prostoliniowe, równoległa, obrotowa, brzegowa, siatki.  | 2                |
| K10                      | Modyfikacje modeli 3D I: szyk, obrót, dopasowanie obiektów.   | 2                |
| K11                      | Modyfikacje modeli 3D II: obrót, lustro, przekrój.  | 2                |
| K12                      | Modelowanie z zastosowaniem uchwytów.   | 2                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K13</b>               | Cieniowanie, materiały, tło.                              | 2                |
| <b>K14</b>               | Oświetlenie, rendering. Eksport rysunku do programów MES. | 2                |
| <b>K15</b>               | Prezentacje i ocena zadanych projektów.                   | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia komputerowe

**N2** Konsultacje

**N3** Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 15  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Ćwiczenia praktyczne

**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia arytmetyczna ocen formujących**P2** Zaliczenie (kolokwium w formie ćwiczenia sprawdzającego)**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Średnia arytmetyczna ocen formujących (minimum 3,0) oraz nie więcej niż jedna ocena negatywna**W2** Pozytywny wynik zaliczenia**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie zna podstaw opisu geometrii a także zapisu konstrukcji w systemach CAD.<br>Nie zna możliwości programów CAD stosowanych w procesach projektowania oraz do tworzenia dokumentacji technicznej.                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna podstawy opisu geometrii a także zapisu konstrukcji w systemach CAD oraz zna możliwości programów CAD stosowanych w procesach projektowania oraz do tworzenia dokumentacji technicznej w stopniu dostatecznym.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Zna podstawy opisu geometrii a także zapisu konstrukcji w systemach CAD oraz zna możliwości programów CAD stosowanych w procesach projektowania oraz do tworzenia dokumentacji technicznej w stopniu dość dobrym.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Zna podstawy opisu geometrii a także zapisu konstrukcji w systemach CAD oraz zna możliwości programów CAD stosowanych w procesach projektowania oraz do tworzenia dokumentacji technicznej w stopniu dobrym.        |
| NA OCENĘ 4.5        | Zna podstawy opisu geometrii a także zapisu konstrukcji w systemach CAD oraz zna możliwości programów CAD stosowanych w procesach projektowania oraz do tworzenia dokumentacji technicznej w stopniu ponad dobrym.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Zna podstawy opisu geometrii a także zapisu konstrukcji w systemach CAD oraz zna możliwości programów CAD stosowanych w procesach projektowania oraz do tworzenia dokumentacji technicznej w stopniu bardzo dobrym. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie potrafi zamodelować nieskomplikowane obiekty trójwymiarowe przy wykorzystaniu oprogramowania Autodesk. Nie potrafi odwzorować elementu maszyny z zastosowaniem CAD 3D.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi wykonać kompletny obiekt trójwymiarowy z czterema błędami poważnymi lub dwunastoma drobnymi.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Potrafi wykonać kompletny obiekt trójwymiarowy z trzema błędami poważnymi lub dziewięcioma drobnymi.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi wykonać kompletny obiekt trójwymiarowy z dwoma błędami poważnymi lub sześcioma drobnymi.  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 4.5        | Potrafi wykonać kompletny obiekt trójwymiarowy z jednym błędem poważnym lub trzema drobnymi.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi bezbłędnie wykonać kompletny obiekt trójwymiarowy.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie potrafi graficznie przedstawić projekt inżynierski z zakresu maszynoznawstwa i aparatury chemicznej w zakresie swojej specjalności przy pomocy systemów CAD.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi graficznie przedstawić projekt inżynierski z zakresu maszynoznawstwa i aparatury chemicznej w zakresie swojej specjalności przy pomocy systemów CAD z czterema błędami poważnymi lub dwunastoma drobnymi. |
| NA OCENĘ 3.5        | Potrafi graficznie przedstawić projekt inżynierski z zakresu maszynoznawstwa i aparatury chemicznej w zakresie swojej specjalności przy pomocy systemów CAD z trzema błędami poważnymi lub dziewięcioma drobnymi. |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi graficznie przedstawić projekt inżynierski z zakresu maszynoznawstwa i aparatury chemicznej w zakresie swojej specjalności przy pomocy systemów CAD z dwoma błędami poważnymi lub sześcioma drobnymi.     |
| NA OCENĘ 4.5        | Potrafi graficznie przedstawić projekt inżynierski z zakresu maszynoznawstwa i aparatury chemicznej w zakresie swojej specjalności przy pomocy systemów CAD z jednym błędem poważnym lub trzema drobnymi.         |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi graficznie przedstawić projekt inżynierski z zakresu maszynoznawstwa i aparatury chemicznej w zakresie swojej specjalności przy pomocy systemów CAD w sposób bezbłędny.                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie potra samodzielnie realizować zadania - projektu.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potra sporządzać i publikować projekt z czterema błędami poważnymi lub dwunastoma drobnymi konsultując się kilkakrotnie z innymi osobami.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Potra sporządzać i publikować projekt z trzema błędami poważnymi lub dziewięcioma drobnymi konsultując się trzykrotnie z innymi osobami.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Potra sporządzać i publikować projekt z dwoma błędami poważnymi lub sześcioma drobnymi konsultując się dwukrotnie z innymi osobami.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Potra sporządzać i publikować projekt z jednym błędem poważnym lub trzema drobnymi konsultując się jednokrotnie z innymi osobami.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Potra samodzielnie i bezbłędnie sporządzać i publikować projekt.  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W12 b   | Cel 1           | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 K12<br>K13 K14 | N1 N2 N3              | F1 P2         |
| EK2               | K2_U05<br>K2_U10 b<br>K2_U14 b   | Cel 1           | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 K12<br>K13 K14 | N1 N2 N3              | F1 P2         |
| EK3               | K2_U05<br>K2_U10 b<br>K2_U14 b   | Cel 1           | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 K12<br>K13 K14 | N1 N3                 | F1 P2         |
| EK4               | K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03   | Cel 1           | K1 K2 K3 K4<br>K5 K6 K7 K8<br>K9 K10 K11 K12<br>K13 K14 | N1 N2 N3              | F1 P2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Zbigniew Krzysiak** — *Modelowanie 3D w programie AutoCAD*, , 2012, Wydawnictwo WNIT
- [2 ] **Jesse Harrington Au, Emily Gertz** — *3D CAD i Autodesk 123D. Modele 3D, wycinanie laserowe i własnoręczne wytwarzanie*, , 2016, Helion
- [3 ] — *AutoCAD 2022: 3D Drawing and Modeling (Metric Units): Autodesk Authorized Publisher*, , 2021, Ascent, Center for Technical Knowledge

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Krzysztof Neupauer (kontakt: [krzysztof.neupauer@pk.edu.pl](mailto:krzysztof.neupauer@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Krzysztof Neupauer (kontakt: [krzysztof.neupauer@pk.edu.pl](mailto:krzysztof.neupauer@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Technologia jako nośnik biznesu     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Business and Technology Integration |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C11 22/23          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe               |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                |
| SEMESTRY                                | 2                                   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 30         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Przekazanie studentom wiedzy o bezpieczeństwie i higieny pracy w dużych przedsiębiorstwach przemysłu chemicznego, a także kwestii dotyczących ochrony środowiska.

**Cel 2** Przekazanie studentom wiedzy dotyczącej budowy i działania wybranych instalacji produkcyjnych, informacji dotyczących sterowania ich pracą, a także konserwacji.

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Uświadomienie studentom problemów technologicznych napotykanym w przedsiębiorstwach chemicznych oraz sposobów ich rozwiązywania.

**Cel 4** Przekazanie informacji dotyczących zarządzania majątkiem produkcyjnym i produkcją w przemyśle chemicznym.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza z przedmiotów: Chemia organiczna, Chemia nieorganiczna.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna i rozumie kwestie dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy w dużych przedsiębiorstwach przemysłu chemicznego, a także ochrony środowiska.

**EK2 Wiedza** Student zna i rozumie podstawy dotyczące budowy, działania i sterowania wybranych instalacji produkcyjnych, a także kwestii ich konserwacji oraz zarządzania majątkiem produkcyjnym.

**EK3 Kompetencje społeczne** Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wykorzystywać nabytą wiedzę do krytycznej analizy i oceny sposobu funkcjonowania rozwiązań technicznych stosowanych w danym procesie technologicznym.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |  |                  |
|------------|--|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Zarządzaniem bezpieczeństwem i higieną pracy w dużych przedsiębiorstwach przemysłu chemicznego. Ochrona środowiska, w tym emisje do atmosfery w dużych przedsiębiorstwach (w tym handel emisją CO <sub>2</sub> ). Zrzuty ścieków oraz gospodarka odpadami w dużych przedsiębiorstwach. Analiza marketingowa, wyników finansowych, otoczenia rynkowego i logistyki w dużych przedsiębiorstwach. | 6                |
| S2         | Technologia produkcji Laktamu i Poliamidu. Budowa i działanie instalacji produkcyjnej. Problemy technologiczne. Bezpieczeństwo i konserwacja instalacji. Sterowanie pracą instalacji.  | 6                |
| S3         | Budowa i działanie przemysłowych instalacji V KGZ, amoniaku, kwasu azotowego, granulacji mechanicznej, wodorowni, Plinke. Problemy technologiczne. Bezpieczeństwo i konserwacja instalacji. Sterowanie pracą instalacji.   | 6                |
| S4         | Technologia produkcji Tarnoformu. Budowa i działanie instalacji produkcyjnej. Problemy technologiczne. Bezpieczeństwo i konserwacja instalacji. Sterowanie pracą instalacji. Badania prowadzone w laboratoriach tworzyw sztucznych.  | 6                |
| S5         | Projektowanie w przemyśle chemicznym. Zarządzanie majątkiem produkcyjnym w przemyśle chemicznym. Zarządzanie produkcją w przemyśle chemicznym.   | 6                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Dyskusja

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Praca w grupach

N4 Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 5   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 8   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Zaliczenie z zajęć można uzyskać jeżeli było się obecnym na wszystkich zajęciach.

W2 Zaliczenie uzyskuje student, który otrzyma przynajmniej 51% punktów na teście zaliczającym przedmiot

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU            | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W04<br>K2_W05   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | S1 S2 S3 S4 S5    | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK2               | K2_W05<br>K2_W12 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | S1 S2 S3 S4 S5    | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK3               | K2_K01   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | S1 S2 S3 S4 S5    | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK4               | K2_U11 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | S1 S2 S3 S4 S5    | N1 N2 N3 N4           | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **W. Gasparski** — *Biznes, etyka, odpowiedzialność*, Miejscość, 2020, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2 ] **E. Bobryk, K. Schmidt-Szałowski, J. Sentek, M. Szafran** — *Technologia chemiczna*, Warszawa, 2013, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3 ] **K. Schmidt-Szałowski, K. Krawczyk, J. Petryk, J. Sentek** — *Obliczenia technologiczne w przemyśle chemicznym*, , 2018, Wydawnictwo Naukowe PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

2 dr inż. Otmar Vogt (kontakt: [otmar.vogt@pk.edu.pl](mailto:otmar.vogt@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wymienniki ciepła          |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heat exchangers            |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C12 22/23 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                       |
| SEMESTRY                                | 2                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 15        | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie z działaniem sieci wymienników ciepła i urządzeń do wymiany ciepła specjalnego przeznaczenia

**Cel 2** Zapoznanie z obliczeniami projektowymi reboilerów, parowników, skraplaczy

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczenie przedmiotu Procesy cieplne

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy projektowania wymienników ciepła specjalnego przeznaczenia

**EK2 Umiejętności** Student potrafi obliczyć cele energetyczne dla sieci wymienników ciepła

**EK3 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzić obliczenia cieplne dla reboilerów, skraplaczy, parowników

**EK4 Umiejętności** Student potrafi ocenić koszty energetyczne, jak i kapitałowe sieci wymienników ciepła

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Obliczenia cieplne dla parowników, skraplaczy, reboilerów   | 5                |
| <b>C2</b> | Obliczenia celi energetycznych dla sieci wymienników  | 3                |
| <b>C3</b> | Obliczenia kosztów dla sieci wymienników  | 3                |
| <b>C4</b> | Obliczenia związane z projektowaniem sieci. Analiza Linnhoffa. Optymalizacja sieci wymienników ciepła | 4                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Sieci wymienników ciepła 1. Urządzenia do wymiany ciepła. Wymienniki specjalnego przeznaczenia - wytyczne projektowe. Współczynniki przenikania ciepła i spadki ciśnienia w wymiennikach płaszczowo-rurowych. Różnice temperatur w wymiennikach płaszczowo-rurowych. Rury o wydłużonej powierzchni. Modernizacja wymienników ciepła. Skraplacze. Kotły i parowniki. Kotły grzewcze | 4                |
| <b>W2</b> | Sieci wymienników ciepła 2 - cele energetyczne. Ograniczenie odzysku ciepła. Problemy progowe. Algorytm tablicy problemów. Nieglobalna minimalna różnica temperatur. Ograniczenia procesu. Wybór użyteczności. Kogeneracja. Integracja pomp ciepła   | 4                |
| <b>W3</b> | Sieci Wymienników Ciepła 3 - Założenia dotyczące kapitału i kosztów całkowitych. Liczba jednostek wymiany ciepła. Cele dotyczące powierzchni wymiany ciepła. Cel dla liczby płaszczów. Założenia dotyczące kosztu kapitałowego. Założenia kosztu całkowitego   | 3                |

| WYKŁADY |  |                  |
|---------|--|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| W4      | Sieci wymienników ciepła 4 - Projektowanie sieci. Analiza Linnhoffa. Projektowanie dla problemów progowych. Podział strumieni. Projektowanie dla wielu punktów węzłowych. Optymalizacja sieci. Modernizacja sieci wymienników ciepła | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 3   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 8   |
| Opracowanie wyników  | 7   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium 1

F2 Kolokwium 2

F3 Test

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

P1 Średnia ważona ocen formujących

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |

|              |   |
|--------------|---|
| NA OCENĘ 4.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5 | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b   | Cel 1           | C1 W1             | N1 N2                 | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K2_U01<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U11 b                                       | Cel 1 Cel 2     | C2 W2             | N1 N2                 | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U05<br>K2_U07 b   | Cel 2           | C1 C2 C3 C4 W1    | N1 N2                 | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b                           | Cel 1 Cel 2     | C3 C4 W3 W4       | N1 N2                 | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Kuppan Thulukkanam** — *Heat Exchanger Design Handbook*, , 2013, CRC Press
- [2] | **R. K. Shah** — *Fundamentals of Heat Exchanger Design*, , 2003, John Wiley & Sons, Inc.
- [3] | **Dezhen Chen, Wilfried Roetzel, Xing Luo** — *Design and Operation of Heat Exchangers and their Networks*, , 2019, Elsevier

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Współczesne trendy w inżynierii chemicznej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Current trends in chemical engineering     |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS C13 22/23                 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                       |
| SEMESTRY                                | 3  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 3       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 30         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z aktualnymi trendami naukowymi w inżynierii chemicznej, technologii chemicznej i biotechnologii przemysłowej.

**Cel 2** Poszerzenie wiedzy studentów o aktualne trendy rozwojowe i najistotniejsze nowe osiągnięcia w obszarze związanym z inżynierią chemiczną i dyscyplinami pokrewnymi.

Kod archiwizacji:

Cel 3 Zapoznanie studenta z kierunkami rozwoju przemysłu związanego z daną specjalnością.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość języka angielskiego na poziomie B2.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Poszerzona aktualna wiedza z zakresu najnowszych trendów naukowych w inżynierii chemicznej, technologii chemicznej i biotechnologii przemysłowej.

**EK2 Wiedza** Poszerzona wiedza o aktualnych trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w obszarze związanym z inżynierią chemiczną i dyscyplinami pokrewnymi.

**EK3 Wiedza** Poszerzona wiedza dotycząca kierunków rozwoju przemysłu związanego z daną specjalnością.

**EK4 Kompetencje społeczne** Umiejętność prowadzenia dyskusji na tematy naukowo-techniczne w języku angielskim.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Wybrane trendy naukowe w inżynierii chemicznej, technologii chemicznej i biotechnologii przemysłowej.             | 10               |
| S2         | Nowe osiągnięcia w obszarze inżynierii chemicznej, technologii chemicznej i biotechnologii przemysłowej.          | 10               |
| S3         | Kierunki rozwoju przemysłu związanego z inżynierią chemiczną, technologią chemiczną i biotechnologią przemysłową. | 10               |

#### 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Prezentacje multimedialne

N2 Dyskusja

N3 Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 16  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 12  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Test lub prezentacja na zadany temat

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny z testu podsumowującego lub w oparciu o prezentację wybranego tematu. Forma zaliczenia jest przedstawiana studentom na pierwszym seminarium.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W10 b<br>K2_U03<br>K2_U06<br>K2_U15 b<br>K2_U16 b                 | Cel 1                | S1                | N1 N2 N3              | P1            |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W11 b<br>K2_U03<br>K2_U06<br>K2_U10 b<br>K2_U15 b                 | Cel 2                | S2                | N1 N2 N3              | P1            |
| EK3               | K2_W10 b<br>K2_W11 b<br>K2_U03<br>K2_U06<br>K2_U10 b                           | Cel 3                | S3                | N1 N2 N3              | P1            |
| EK4               | K2_W11 b<br>K2_U03<br>K2_U06<br>K2_U11 b                                       | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | S1 S2 S3          | N1 N2 N3              | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] — *Literatura zgodna pod względem tematycznym z tematyką seminarium, , 0,*

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: [katarzyna.bizon@pk.edu.pl](mailto:katarzyna.bizon@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Teoria dyfuzyjnego ruchu masy- obliczenia          |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | The theory of diffusive mass transfer- calculation |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIS C16 22/23                          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                              |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00   |
| SEMESTRY                                | 3  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 3       | 0       | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z problematyką obliczeń numerycznych w dyfuzyjnym ruchu masy.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z wpływem wybranych parametrów procesowych na dyfuzję w warunkach nieustalonych i ustalonych.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Posiadanie podstawowej wiedzy z zakresu termodynamiki chemicznej i procesowej, dyfuzyjnego ruchu masy oraz umiejętność posługiwania się programem Matlab.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student wie jakie narzędzia numeryczne wykorzystać do rozwiązywania konkretnego problemu dyfuzyjnego ruchu masy w materiałach porowatych.

**EK2 Umiejętności** Student umie wyznaczyć wektor strumieni gęstości molowych w materiałach porowatych w warunkach izobarycznych i nieizobarycznych za pomocą odpowiednich metod numerycznych.

**EK3 Umiejętności** Student umie wyznaczyć rozkład ułamków molowych w fazie gazowej oraz stopni pokrycia powierzchni podczas dyfuzji mieszaniny gazowej przez przegrodę porowatą w warunkach ustalonych i nieustalonych z wykorzystaniem odpowiednich metod numerycznych.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi zaprezentować sposób rozwiązywania zagadnienia wymagającego obliczeń numerycznych, omówić wykorzystywane procedury oraz zinterpretować uzyskane wyniki.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Wyznaczenie gęstości strumieni molowych oraz rozkładów ułamków molowych dla izobarycznej dyfuzji cząsteczkowej i Knudsena trójskładnikowych roztworach gazów przez przegrodę porowatą. | 3                |
| <b>K2</b>                | Wyznaczenie gęstości strumieni molowych oraz rozkładów ułamków molowych dla nieizobarycznej dyfuzji trójskładnikowych roztworach gazów przez przegrodę porowatą.                       | 3                |
| <b>K3</b>                | Określenie dynamiki dyfuzji w roztworach trójskładnikowych.  | 3                |
| <b>K4</b>                | Wyznaczenie gęstości strumieni molowych i rozkładów stopni pokrycia powierzchni dla ustalonej dyfuzji powierzchniowej.   | 3                |
| <b>K5</b>                | Analiza dynamiki dyfuzji powierzchniowej.  | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Dyskusja

**N3** Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 5   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

F2 Ocena z prezentacji wyników

F3 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych

W2 Aktywne uczestnictwo w grupowym wykonaniu projektu

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student zna podstawowe narzędzia numeryczne i metody obliczeniowe stosowane do modelowania dyfuzyjnego ruchu masy, ale nie potrafi ich zastosować dla konkretnego zagadnienia obliczeniowego. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student zna podstawowe narzędzia numeryczne i metody obliczeniowe stosowane do modelowania dyfuzyjnego ruchu masy, ale ich zastosowanie dla konkretnego zagadnienia związanego z dyfuzyjnym ruchem masy sprawia mu problemy.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student zna podstawowe narzędzia numeryczne i metody obliczeniowe stosowane do modelowania dyfuzyjnego ruchu masy. Potrafi dobrać metodę obliczeniową dla konkretnego zagadnienia związanego z dyfuzyjnym ruchem masy.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie umie wyznaczyć wektora gęstości strumieni molowych w materiałach porowatych w warunkach izobarycznych i nieizobarycznych za pomocą odpowiednich metod numerycznych.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student wie jaką metodę zastosować, ale nie jest w stanie uzyskać poprawnych wyników.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student umie wyznaczyć wektor gęstości strumieni molowych w materiałach porowatych w warunkach izobarycznych i nieizobarycznych za pomocą odpowiednich metod numerycznych. Potrafi przeanalizować uzyskane wyniki oraz wyciągnąć z nich merytorycznie poprawne wnioski. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie umie wyznaczyć rozkładu ułamków molowych w fazie gazowej oraz stopni pokrycia powierzchni podczas dyfuzji mieszaniny gazowej przez przegrodę porowatą w warunkach ustalonych i nieustalonych.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student wie jaką metodę zastosować, ale nie jest w stanie uzyskać poprawnych wyników   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student umie wyznaczyć rozkład ułamków molowych w fazie gazowej oraz stopni pokrycia powierzchni podczas dyfuzji mieszaniny gazowej przez przegrodę porowatą w warunkach ustalonych i nieustalonych. Potrafi przeanalizować uzyskane wyniki oraz wyciągnąć z nich merytorycznie poprawne wnioski. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie potrafi poprawnie zaprezentować wyników przeprowadzanych obliczeń oraz zinterpretować wyników.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student potrafi zaprezentować wyniki obliczeń numerycznych, ale omówienie metod ich uzyskania oraz ich interpretacja sprawia mu znaczne problemy.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi zaprezentować sposób rozwiązywania zagadnienia wymagającego obliczeń numerycznych, omówić wykorzystywane procedury oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Sposób prezentacji zagadnień nie budzi żadnych zastrzeżeń.  |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W07<br>K2_U07 b<br>K2_K01                               | Cel 1 Cel 2     | K1 K2 K3 K4 K5    | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_U07 b<br>K2_K02   | Cel 1 Cel 2     | K1 K2 K3 K4 K5    | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_U07 b<br>K2_K02   | Cel 1 Cel 2     | K1 K2 K3 K4 K5    | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |

| EFEKT Kształcenia | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK4               | K2_W02<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b   | Cel 1 Cel 2     | K1 K2 K3 K4 K5    | N1 N2 N3              | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **B. Tabiś, K. Bizon** — *Dyfuzyjny ruch masy. Dyfuzja w gazach doskonałych i płynach rzeczywistych*, Kraków, 2018, Wydawnictwo PK
- [2 ] **B. Tabiś** — *Dyfuzyjny ruch masy. Dyfuzja w materiałach porowatych*, Kraków, 2022, Wydawnictwo PK
- [3 ] **J. Szarawara** — *Termodynamika chemiczna stosowana*, Warszawa, 2017, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **D.D. Do** — *Adsorption analysis: equilibria and kinetics*, Singapore, 1998, Imperial College Press
- [2 ] **J.D. Seader, E.J. Henley, D.K. Roper** — *Separation process principles. Chemical and biological operations*, 2011, J.Wiley & Sons, Inc

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Inżynieria reaktorów biochemicznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Biochemical reactors engineering    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D1 22/23           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                |
| SEMESTRY                                | 1                                   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 30      | 0         | 0            | 0                                | 30      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów ze znaczeniem i klasyfikacją procesów biochemicznych. Przedstawienie koncepcji i metod tworzenia równań kinetycznych procesów mikrobiologicznych.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zagadnieniami bilansowania, modelowania, projektowania i badania właściwości bioreaktorów zbiornikowych oraz ich układów.

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Zapoznanie studentów z problematyką modelowania i projektowania bioreaktorów barbotażowych i fluidyzacyjnych oraz bioreaktorów membranowych wraz z metodami immobilizacji mikroorganizmów i enzymów

**Cel 4** Zapoznanie studentów z rozwiązaniami konstrukcyjnymi bioreaktorów różnych typów

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Umiejętność opracowania niestrukturalnych modeli kinetycznych dla procesów mikrobiologicznych wraz z umiejętnością zaplanowania stosownych eksperymentów.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność sformułowania modeli matematycznych, wykonania projektu, przeprowadzenia symulacji w tym wyznaczania stanów stacjonarnych i badania dynamiki bioreaktorów zbiornikowych dla procesów przebiegających w różnych strukturach biocenozy.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność doboru konstrukcji reaktora biochemicznego do danego procesu mikrobiologicznego lub enzymatycznego.

**EK4 Kompetencje społeczne** Umiejętność pracy w grupie podczas wykonywania oraz prezentacji projektu studenckiego

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Analiza procesowa wybranego problemu biotechnologicznego o znaczeniu przemysłowym. Stechiometria, kinetyka, aparatura.   | 10               |
| <b>P2</b> | Projekt wybranego układu bioreaktora zbiornikowego. W ramach projektu, zaprojektowanie bioreaktora, wyznaczenie punktu pracy oraz określenie jego stabilności. | 16               |
| <b>P3</b> | Prezentacja wykonanego projektu na forum grupy studenckiej   | 4                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Techniczne i ekonomiczne znaczenie procesów biotechnologicznych i inżynierii bioprosesowej. Klasyfikacja procesów biochemicznych. | 1                |
| <b>W2</b> | Stechiometria i kinetyka procesów biochemicznych.   | 3                |
| <b>W3</b> | Systematyka bioreaktorów. Zbiornikowe bioreaktory okresowe. Zasady projektowania bioreaktorów okresowych.                         | 4                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Przepływowe zbiornikowe bioreaktory mikrobiologiczne. Właściwości stacjonarne i dynamiczne.  | 4                |
| <b>W5</b> | Kaskady bioreaktorów zbiornikowych bez oraz z recyrkulacją biomasy. Zagadnienie napowietrzania bioreaktorów zbiornikowych dla procesów aerobowych. | 4                |
| <b>W6</b> | Procesy mikrobiologiczne z dwoma poziomami troficznymi. Wpływ struktury biocenozy na właściwości procesowe bioreaktorów.                           | 3                |
| <b>W7</b> | Bioreaktory przepływowe o zmiennych rozłożonych, dwu- i trójfazowe, do procesów aerobowych i anaerobowych.   | 4                |
| <b>W8</b> | Procesy enzymatyczne. Immobilizacji enzymów i mikroorganizmów. Charakterystyka bioreaktorów enzymatyczny.  | 3                |
| <b>W9</b> | Rozwiązania konstrukcyjne reaktorów biochemicznych. Reguły doboru bioreaktorów do procesów mikrobiologicznych. Zagrożenia procesowe.               | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 60  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 20  |
| Opracowanie wyników  | 20  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 15  |
| przygotowanie obrony wykonanego projektu   | 5   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>120</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P2 Obrona wykonanego projektu

P3 Egzamin pisemny

P4 Egzamin ustny

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w znajomości materiału przedstawionego na wykładzie, nie mające wpływu na jego zrozumienie oraz nie wpływające na umiejętność rozwiązania postawionego zadania. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w znajomości materiału przedstawionego na wykładzie, nie mające wpływu na jego zrozumienie oraz nie wpływające na umiejętność rozwiązania postawionego zadania.                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w znajomości materiału przedstawionego na wykładzie, nie mające wpływu na jego zrozumienie oraz nie wpływające na umiejętność rozwiązania postawionego zadania.                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Niewielkie braki w znajomości materiału przedstawionego przez wykonawców projektu, nie mające wpływu na jego zrozumienie oraz nie wpływające na umiejętność udzielenia odpowiedzi bądź wytłumaczenia problemu. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU            | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W11 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U14 b<br>K2_U15 b<br>K2_U16 b | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | P1 P2 P3 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9 | N1 N2 N3 N4           | F1 P2 P3 P4   |

| EFEKT<br>KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE<br>DANEGO EFEKTU<br>DO SZCZEGÓŁO-<br>WYCH EFEKTÓW<br>ZDEFINIOWA-<br>NYCH DLA<br>PROGRAMU   | CELE<br>PRZEDMIOTU         | TREŚCI<br>PROGRAMOWE                      | NARZĘDZIA<br>DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|----------------------|--|----------------------------|---|--------------------------|---------------|
| EK2                  | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W11 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b<br>K2_U15 b<br>K2_U16 b | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | P1 P2 P3 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9 | N1 N2 N3 N4              | F1 P2 P3 P4   |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU            | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------------|---|-----------------------|---------------|
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W07<br>K2_W08 b<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W11 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b<br>K2_U15 b<br>K2_K01 | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | P1 P2 P3 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9 | N1 N2 N3 N4           | F1 P2 P3 P4   |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U06<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4 | P1 P2 P3 W1<br>W2 W3 W4 W5<br>W6 W7 W8 W9 | N1 N2 N3 N4           | F1 P2 P3 P4   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] Tabiś B. — *Zasady inżynierii reaktorów chemicznych*, Warszawa, 1998, WNT

[2 ] Tabiś B., Grzywacz R., Skoneczny S. — *Inżynieria reaktorów biochemicznych*, Kraków, 2020, WPK

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1 ] Bałdyga J., Henczka M., Podgórska W. — *Obliczenia w inżynierii biochemicznej*, Warszawa, 2012, OWPW  
[2 ] Krzystek L. — *Stechiometria i kinetyka bioprocusów*, Łódź, 2010, WPL

**LITERATURA DODATKOWA**

- [1 ] Ledakowicz S. — *Inżynieria biochemiczna*, Warszawa, 2012, WNT

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: robert.grzywacz@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Magazynowanie energii      |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Energy storage             |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D1 22/23  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 1                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 0         | 15           | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Student powinien być w stanie wymienić i opisać wszystkie podstawowe metody magazynowania energii, wymienić ich wady i zalety oraz zakres stosowania.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowa wiedza z zakresu odnawialnych źródeł energii

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna wszystkie podstawowe metody magazynowania energii, zna ich wady i zalety oraz zakres stosowania.

**EK2 Umiejętności** Student ma umiejętność doboru optymalnej metody magazynowania energii

**EK3 Umiejętności** Student potrafi sformułować korzyści oraz niedogodności stosowania określonej metody magazynowania energii a także oszacować efektywność pracy magazynu energii

**EK4 Umiejętności** Student potrafi zaprojektować magazyn energii

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT |  |                  |
|---------|--|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| P1      | Projekt magazynu energii                               | 15               |

| WYKŁADY |   |                  |
|---------|---|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Działanie systemów energetycznych i elektroenergetycznych, objaśnienie potrzeby magazynowania energii. Parametry magazynu energii. Podział magazynów energii. | 4                |
| W2      | Magazynowanie energii termicznej z wykorzystaniem właściwej pojemności cieplnej substancji, przykłady zastosowania.   | 2                |
| W3      | Magazynowanie energii termicznej z wykorzystaniem entalpii przemian fazowych substancji. Materiały PCM. Przykłady zastosowania.                               | 2                |
| W4      | Magazynowanie energii termicznej z wykorzystaniem reakcji chemicznych odwracalnych i nieodwracalnych. Przykłady zastosowania                                  | 2                |
| W5      | Paliwa wtórne. Wytwarzanie, transport i magazynowanie wodoru.   | 2                |
| W6      | Magazynowanie energii elektrycznej. Ogniwa galwaniczne, baterie i akumulatory.  | 2                |
| W7      | Porównanie różnych metod magazynowania energii.   | 1                |

| LABORATORIUM |   |                  |
|--------------|---|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Badanie zasobników ciepła (zasilanych także z odnawialnych źródeł energii).   | 5                |
| L2           | Badanie gruntowych magazynów ciepła.  | 5                |
| L3           | Badanie procesu magazynowania energii termicznej z wykorzystaniem entalpii przemian fazowych substancji. Materiały zmiennofazowe. | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 5   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 10  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 20  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Projekt indywidualny

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

**P1** Egzamin pisemny

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

**W1** Do egzaminu może przystąpić Student po zaliczeniu projektu oraz ćwiczeń laboratoryjnych.

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |

|              |   |
|--------------|---|
| NA OCENĘ 2.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5 | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5 | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0 | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                   | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W05<br>K2_W11 b   | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7             | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b   | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 L1<br>L2 L3 | N1 N2 N4              | F1 P1         |
| EK3               | K2_U15 b<br>K2_U16 b<br>K2_K01   | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 L1<br>L2 L3 | N1 N2 N4              | P1            |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U10 b<br>K2_U13 b   | Cel 1           | P1                                  | N3 N4                 | F2            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Zito Ralph** — *Energy Storage*, , 2010, Wiley
- [2 ] **Dincer, M., Rosen A.** — *Thermal Energy Storage Systems and Applications*, , 2011, Wiley
- [3 ] **International Renewable Energy Agency (IRENA)** — *Innovation outlook: Thermal energy storage*, Abu Dhabi, 2020, International Renewable Energy Agency

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Energetyka wiatrowa i geotermalna |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Wind and geothermal energy        |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D2 22/23         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                              |
| SEMESTRY                                | 1                                 |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 15      | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie technologii generacji energii elektrycznej z energii wiatrowej

**Cel 2** Poznanie technologii generacji energii elektrycznej i/lub ciepła z geotermii

**Cel 3** Zapoznanie studenta z projektowaniem instalacji wykorzystujących energetykę wiatrową oraz geotermię

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student jest w stanie zdefiniować podstawowe pojęcia związane z energetyką wiatrową i geotermalną oraz zna instalacje wykorzystujące te zasoby i ich wpływ na środowisko.

**EK2 Umiejętności** Student potrafi zaplanować i wykonać uproszczony projekt instalacji związanej z pozyskiwaniem i wykorzystaniem zasobów energii geotermalnej i wiatru.

**EK3 Kompetencje społeczne** Student rozumie jaki jest wpływ wykorzystania energii geotermalnej i wiatrowej na środowisko i ma świadomość znaczenia energii dla społeczeństwa.

**EK4 Wiedza** Zna systemy wsparcia dotyczące realizacji inwestycji związanej z pozyskiwaniem energii z wiatru i wnętrza Ziemi oraz obowiązujące polskie normy i dyrektywy UE z tym zakresie.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY |   |                  |
|---------|---|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Wprowadzenie do energetyki wiatrowej. Powstawanie wiatru i możliwości energetycznego wykorzystania jego potencjału w Polsce i na świecie.   | 1                |
| W2      | Rodzaje elektrowni wiatrowych. Zalety i wady energetyki wiatrowej. Układy elektryczne i elektroniczne elektrowni. Montaż i eksploatacja elektrowni wiatrowych typu on shore i offshore. Przesył energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych do GPZ.  | 2                |
| W3      | Poznanie metod doboru lokalizacji elektrowni wiatrowej w tym analiza wyników pomiarów i danych. Wpływ rozkładu prędkości wiatru, szorstkości terenu, gęstości powietrza oraz metodyki pomiarów na szacowanie wartości produkcji energii elektrycznej przez elektrownie wiatrowe.  | 2                |
| W4      | Wymagania środowiskowe. Wpływ elektrowni wiatrowych na środowisko, organizmy żywe i inne obiekty budowlane. Emisja hałasu.  | 2                |
| W5      | Inwestycja w elektrownie wiatrowe. Systemy wsparcia oraz obowiązujące polskie normy i dyrektywy UE z zakresu elektrowni wiatrowych.   | 2                |
| W6      | Wprowadzenie do energetyki geotermalnej. Historia geotermii. Energia wnętrza Ziemi. Charakterystyka i miara przydatności źródeł geotermalnych. Średni gradient temperatury. Klasyfikacja i charakterystyka systemów pozyskiwania i wykorzystania energii geotermalnej. Ocena możliwości wykorzystania energii geotermalnej. | 2                |
| W7      | Uwarunkowania hydrogeologiczne energetyki geotermalnej w Polsce (zasoby, rozmieszczenie, dostępność itp.). Potencjał i zastosowania energii geotermalnej oraz perspektywy jej rozwoju.  | 2                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W8</b> | Charakterystyka ciepłowni geotermalnych działających na terenie Polski. Przykładowe instalacje elektrowni geotermalnych (wady, zalety, aspekty technologiczne ich pracy). | 1                |
| <b>W9</b> | Skutki działań podejmowanych w zakresie eksploatacji złóż geotermalnych (ich wpływ na środowisko naturalne, ekonomię, społeczeństwo).                                     | 1                |

| PROJEKT   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH        | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projekt elektrowni wiatrowej o zdefiniowanych parametrach.    | 8                |
| <b>P2</b> | Projekt instalacji geotermalnej o zdefiniowanych parametrach. | 7                |

| SEMINARIUM |  |                  |
|------------|--|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Wstępne wiadomości o celu seminarium. Wymogi stawiane prezentacjom - wskazówki dla autorów. Wkład własny.  | 1                |
| <b>S2</b>  | Omówienie tematów i zakresów prezentacji wybranych przez studentów. Dyskusja nad zagadnieniami związanymi z prezentacjami realizowanymi przez studentów. | 1                |
| <b>S3</b>  | Prezentowanie przez studentów referatów z wybranych tematów.   | 13               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Dyskusja

N2 Konsultacje

N3 Praca w grupach

N4 Prezentacje multimedialne

N5 Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 6   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 12  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt zespołowy

**F2** Test

**F3** Ocena z prezentacji

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena z projektu jest średnią ważoną ocen z dwóch projektów zespołowych

**W2** Warunkiem uzyskania pozytywnej oceny z projektu jest oddanie kompletnego projektu w ustalonym wcześniej ze studentami terminie.

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_U01<br>K2_U05           | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 S1 S2 S3 | N1 N2 N3 N4 N5        | F2 F3 P1      |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_U05<br>K2_U10 b<br>K2_K01                               | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 P1 P2    | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W04<br>K2_W05   | Cel 1 Cel 2          | W1 W4 W5 W6<br>W9 S1 S2 S3                | N1 N2 N3 N4 N5        | F2 P1         |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_K01<br>K2_K02   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W4 W5 S1 S2 S3                            | N1 N2 N3 N4 N5        | F2 F3 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **F. Strzelczyk** — *Energetyka geotermalna i pompy ciepła*, Kielce, 2017, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskie
- [2 ] **Z. Lubośny** — *Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym*, Warszawa, 2013, WNT
- [3 ] **W. Lewandowski, E. Klugmann-Radziemska** — *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Warszawa, 2017, PWN
- [4 ] **Alejandro Garca Gil i inni** — *Shallow Geothermal Energy: Theory and Application*, Switzerland, 2022, Springer
- [5 ] **Dincer I., Ozturk M.** — *Geothermal Energy Systems*, Amsterdam, Oxford, Cambridge, 2021, Elsevier
- [6 ] **Mukund R. Patel** — *Wind and Solar Power Systems: Design, Analysis, and Operation*, Boca Raton, New York, London, 2021, CRC Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Procesy adsorpcyjne        |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Adsorption processes       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D2 22/23  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 1                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 30      | 0         | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z podstawową terminologią dotyczącą procesów adsorpcyjnych oraz nabycie umiejętności poprawnego jej stosowania.

**Cel 2** Poznanie klasyfikacji i sposobów opisu równowag adsorpcyjnych.

**Cel 3** Zdobywanie wiedzy dotyczącej kinetyki procesu adsorpcji.

Kod archiwizacji:

**Cel 4** Zapoznanie się ze sposobami realizacji procesu adsorpcji.

**Cel 5** Poznanie zastosowań adsorpcji w przemyśle chemicznym.

**Cel 6** Nabycie umiejętności praktycznych z zakresu rozdzielania mieszanin techniką adsorpcyjną.

**Cel 7** Nabycie umiejętności praktycznych związanych z określaniem izoterm adsorpcji oraz analizy kinetyki zjawiska adsorpcji.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstawowych pojęć z zakresu termodynamiki chemicznej i procesowej oraz chemii fizycznej.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna i w poprawny sposób stosuje terminologię dotyczącą procesów adsorpcyjnych.

**EK2 Wiedza** Student posiada wiedzę dotyczącą równowagi i kinetyki procesów adsorpcyjnych.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi opisać sposoby wyrażania równowag adsorpcyjnych.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wyjaśnić przebieg procesów ruchu masy w ciałach porowatych.

**EK5 Umiejętności** Student potrafi doświadczalnie wyznaczyć izotermę adsorpcji.

**EK6 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć krzywą przebiecia i wysokość strefy przenikania masy dla procesów adsorpcji w kolumnie.

**EK7 Umiejętności** Student potrafi zaplanować badania laboratoryjne z zakresu określania zarówno kinetyki jak i równowagi adsorpcyjnej.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY |   |                  |
|---------|---|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Wprowadzenie do przedmiotu. Omówienie zakresu materiału oraz zasad zaliczenia. Podział metod rozdzielania mieszanin. Rola i znaczenie procesów adsorpcyjnych dla przemysłu i środowiska.  | 2                |
| W2      | Rodzaje adsorbentów. Właściwości, otrzymywanie i zastosowanie adsorbentów: węgiel aktywny, aktywny tlenek glinu, silikażel, sita molekularne, węglowe sita molekularne. Porowatość zewnętrzna i wewnętrzna, gęstość materiałowa- pozorna i nasypowa. Omówienie metod doświadczalnych wyznaczania podstawowych parametrów fizykochemicznych adsorbentów. | 3                |
| W3      | Sposoby realizacji adsorpcji: adsorpcja w zbiorniku i kolumnie. Charakterystyka aparatów adsorpcyjnych ze złożem stacjonarnym i ruchomym.   | 2                |
| W4      | Jednoskładnikowa równowaga adsorpcyjna. Równanie izotermy Henrygo i Langmuira. Omówienie podstawowych założeń oraz wyprowadzenie izotermy w ujęciu kinetycznym i termodynamicznym.  | 2                |

| WYKŁADY    |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W5</b>  | Izotermy adsorpcji bazujące na podejściu Gibbsa. Wyprowadzenie równań izoterm adsorpcji, omówienie założeń modeli oraz ich zastosowań.                                      | 2                |
| <b>W6</b>  | Metody doświadczalne wyznaczania równowag adsorpcyjnych. Równanie Freundlicha oraz inne równania równowagi adsorpcyjnej pochodzenia empirycznego.                           | 3                |
| <b>W7</b>  | Adsorpcja wielowarstwowa. Izoterma BET i jej modyfikacje. Zastosowanie izoterm BET do wyznaczania powierzchni właściwej adsorbentów porowatych.                             | 2                |
| <b>W8</b>  | Równowaga adsorpcyjna w roztworach wieloskładnikowych. Równania równowag adsorpcyjnych. Wykorzystanie adsorpcji do rozdzielania mieszanin gazowych.                         | 2                |
| <b>W9</b>  | Cykle adsorpcyjne. Adsorpcja zmiennociśnieniowa: zalety, sposoby realizacji oraz podstawowe zastosowania.   | 2                |
| <b>W10</b> | Kinetyka adsorpcji z fazy gazowej i roztworów ciekłych. Wynikanie masy z fazy gazowej/ciekłej do powierzchni adsorbentu.  | 2                |
| <b>W11</b> | Modele matematyczne dynamiki adsorpcji jednego składnika. Modelowanie adsorpcji nieizotermicznej. Kinetyka desorpcji.   | 2                |
| <b>W12</b> | Adsorpcja jako etap w mechanizmie ruchu masy w materiałach porowatych.  | 1                |
| <b>W13</b> | Znaczenie zjawiska adsorpcji w procesach chromatografii gazowej i ciekowej.   | 2                |
| <b>W14</b> | Omówienie wybranych technologii chemicznych ze zwróceniem uwagi na sposób realizacji procesu adsorpcji. Omówienie warunków prowadzenia procesu i metod jego intensyfikacji. | 3                |

| LABORATORIUM |  |                  |
|--------------|--|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Wyznaczanie izoterm adsorpcji z fazy ciekłej na węglu aktywnym. Opracowanie wyników przy zastosowaniu modelu Langmuira lub Freundlicha. Adsorpcja w zbiorniku. Interpretacja linii równowagi i linii operacyjnej.        | 4                |
| <b>L2</b>    | Adsorpcja w kolumnie. Badanie adsorpcji pary wodnej na silikażelu. Wyznaczanie krzywej przebiecia w kolumnie adsorpcyjnej. Wyznaczanie wysokości strefy przenikania masy.  | 4                |
| <b>L3</b>    | Kinetyka adsorpcji w fazie ciekłej. Adsorpcja barwników organicznych z wodnego roztworu na węglu aktywnym. Wyznaczenie krzywej kinetycznej. Wyznaczanie stężenia składnika w roztworze metodami analizy instrumentalnej. | 3                |
| <b>L4</b>    | Wyznaczanie izoterm sorpcji pary wodnej na silikażelu dwoma metodami: statyczną i dynamiczną. Porównanie uzyskanych wyników i czasu prowadzenia eksperymentu. Analiza wad i zalet tych dwóch alternatywnych metod.       | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 15  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>80</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie pozytywnej oceny z testu podsumowującego wykład.

W2 Wykonanie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych oraz przygotowanie i obronienie sprawozdania z każdego ćwiczenia.

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51% . Student tylko w niewielkim stopni zna podstawową terminologię z zakresu procesów adsorpcyjnych. W niewystarczającym stopniu potrafi się nią posługiwać.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student zna podstawą terminologię związaną z procesami adsorpcyjnymi. Nie jest jednak w stanie jej poprawnie wykorzystywać w dyskusjach merytorycznych.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student zna podstawową terminologię związaną z procesami adsorpcyjnymi. Jest w stanie przeprowadzić całkowicie poprawną dyskusję merytoryczną z zakresu adsorpcji.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie zna podstawowych informacji związanych z równowagą i kinetyką adsorpcji.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student potrafi wymienić podstawowe równania równowag adsorpcyjnych, ale nie zna ich założeń oraz zakresu stosowalności. Posiada niewielką wiedzę dotyczącą kinetyki adsorpcji.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi wymienić różne równania równowag adsorpcyjnych, zarówno dla składników czystych jak i w mieszaninach wieloskładnikowych. Ma pełną wiedzę na temat założeń stosowanych w poszczególnych modelach równowag oraz wie kiedy można stosować poszczególne równania równowag. Potrafi poprawnie opisać kinetykę zjawiska adsorpcji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie zna interpretacji zjawiska równowagi adsorpcyjnej. Nie jest w stanie podać, a następnie zinterpretować równań izoterm adsorpcji.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student potrafi wyjaśnić istotę równowagi adsorpcji. Potrafi podać równania równowag, ale ich interpretacja stanowi dla niego problem.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi opisać zjawisko ustalania się równowagi adsorpcyjnej. Jest w stanie zinterpretować formę równania równowagi oraz przekształcić izotermy adsorpcji czyniąc odpowiednie założenia.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student potrafi podać mechanizmy ruchu masy w materiałach porowatych. Nie jest w stanie wyjaśnić tych mechanizmów oraz podać ich wzajemnej zależności.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student potrafi podać mechanizmy ruchu masy w materiałach porowatych. Jednak ich interpretacja stanowi dla niego problem.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi podać i zinterpretować mechanizmy ruchu masy w materiałach porowatych. Potrafi wyjaśnić znaczenia etapu adsorpcji w dyfuzyjnym ruchu masy oraz w przebiegu reakcji katalitycznych. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie zna procedury wyznaczania izotermy adsorpcji w układzie ciecz-ciało stałe oraz gaz-ciało stałe.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student zna sposób wyznaczania izoterm adsorpcji w różnych układach, ale podczas prowadzenia eksperymentów popełnia błędy.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi prawidłowo wykonać doświadczenie umożliwiające wyznaczenie izoterm adsorpcji, potrafi opracować i zinterpretować uzyskane wyniki.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student zna sposób wyznaczania krzywej przebiecia w kolumnie adsorpcyjnej, ale nie jest w stanie w pełni poprawnie przeprowadzić badań doświadczalnych.  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student zna sposób wyznaczania krzywej przebiecia. Podczas wykonywania eksperymentu popełnia niewielkie błędy wpływające na niedokładność wyników, ale metodyka pozostaje poprawna. |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student poprawnie przeprowadza badania służące do określenia krzywej przebiecia. Poprawnie interpretuje uzyskane wyniki.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 7 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nieopanowanie materiału w zakresie do 51%. Student nie potrafi zaplanować badań eksperymentalnych, a podczas wykonywania wcześniej zaplanowanych doświadczeń popełnia liczne błędy.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%. Student potrafi zaplanować badania doświadczalne, a podczas ich wykonywania popełnia nieliczne błędy.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100%. Student potrafi zaplanować przebieg badań eksperymentalnych związanych z procesami adsorpcyjnymi. W poprawny sposób je wykonuje oraz potrafi zinterpretować uzyskane wyniki.       |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU                     | TREŚCI PROGRAMOWE  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-------------------------------------|--|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W10 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 Cel 4<br>Cel 5 | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>W9 W10 W11<br>W12 W13 W14<br>L1 L2 L3 L4 | N1 N2                 | F1 F3 P1      |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE               | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK2               | K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W10 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W3 W4 W6 W7<br>W8 W9 W10<br>W11 | N1 N2                 | F1 F3 P1      |
| EK3               | K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W10 b<br>K2_U02                               | Cel 1 Cel 2          | W4 W5 W6 W7<br>W8               | N1 N2                 | F1 F3 P1      |
| EK4               | K2_W02<br>K2_W05<br>K2_W06   | Cel 1                | W2 W12 W13                      | N1                    | F1 P1         |
| EK5               | K2_W06<br>K2_U02<br>K2_U07 b<br>K2_U16 b                                       | Cel 6 Cel 7          | L1 L4                           | N2                    | F2 F3 P1      |
| EK6               | K2_W06<br>K2_U02<br>K2_U07 b<br>K2_U16 b                                       | Cel 6 Cel 7          | W3 L2                           | N2                    | F2 F3 P1      |
| EK7               | K2_W06<br>K2_U02<br>K2_U07 b<br>K2_U16 b                                       | Cel 6 Cel 7          | L1 L2 L3 L4                     | N2                    | F2 F3 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **M.L. Paderewski** — *Procesy adsorpcyjne w inżynierii chemicznej*, Warszawa, 1999, WNT
- [2 ] **D.D. Do** — *Adsorption analysis: equilibria and kinetics*, Singapore, 1998, Imperial College Press
- [3 ] **J. Keller, R. Staudt** — *Gas adsorption equilibria. Experimental Methods and Adsorption Isotherms*, Boston, 2005, Spinger Science+Business Media
- [4 ] **M. Ghaedi** — *Adsorption: Fundamental Processes and Applications*, , 2021, Academic Press
- [5 ] **C. Tien** — *Introduction to adsorption. Basics, Analysis and Applications*, , 2019, Elsevier

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1 ] **R.T. Yang** — *Gas separation by adsorption processes*, London, 1987, Butterworth
- [2 ] **J. Ościk** — *Adsorpcja*, Warszawa, 1979, PWN
- [3 ] **Z. Sarbak** — *Adsorpcja i adsorbenty. Teoria i zastosowanie*, Poznań, 2000, Wydawnictwo Naukowe UAM
- [4 ] **E. Molga** — *Procesy adsorpcji reaktywnej*, Warszawa, 2009, WNT
- [5 ] **D. Antos, K. Kaczmarski, W. Piątkowski** — *Chromatografia preparatywna jako proces rozdzielania mieszanin*, Warszawa, 2017, WNT
- [6 ] **R. Chand Bansal, M. Goyal** — *Adsorpcja na węglu aktywnym*, Warszawa, 2009, WNT

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

- 1 dr inż. Dominika Boroń (kontakt: dominika.boron@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Monika Gwadera (kontakt: monika.gwadera@pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Julia Maciejewska- Prończuk (kontakt: julia.maciejewska-pronczuk@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Pompy i sprężarki          |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Pumps and compressors      |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIS D3 22/23   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 1                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 15        | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie rodzajów pomp, zasad ich działania wraz z podstawami teoretycznymi oraz charakterystyk i zasad ich eksploatacji.

**Cel 2** Umiejętność doboru pomp i parametrów ich pracy instalacjach przemysłowych.

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Poznanie rodzajów wentylatorów, zasad ich działania wraz z podstawami teoretycznymi oraz charakterystyk i zasad ich eksploatacji.

**Cel 4** Umiejętność doboru wentylatorów i parametrów ich pracy w instalacjach przemysłowych.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wymagana znajomość zagadnień z aparatury chemicznej i procesów przepływowych.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna rodzaje pomp, zasady i podstawy teoretyczne ich działania oraz charakterystyki i zasady eksploatacji.

**EK2 Wiedza** Student zna rodzaje wentylatorów, zasady i podstawy teoretyczne ich działania oraz charakterystyki i zasady eksploatacji.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi dobierać rodzaje pomp i parametry ich pracy w instalacjach przemysłowych.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi dobierać wentylatory i parametry ich pracy w instalacjach przemysłowych.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT |   |                  |
|---------|---|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| P1      | Konstrukcja, na podstawie danych, charakterystyki pompy/wentylatora i charakterystyki rurociągu. Określanie punktu pracy.   | 2                |
| P2      | Obliczanie strumieni przepływu w poszczególnych segmentach rozgałęzionej instalacji współpracującej z pompą/wentylatorem  | 4                |
| P3      | Konstrukcja charakterystyk układu połączonych pomp/wentylatorów. Obliczanie strumieni przepływu dla różnych przebiegów charakterystyk rurociągów. Przepływy wsteczne w instalacji.                        | 2                |
| P4      | Konstrukcja charakterystyk pomp/wentylatorów dla różnych prędkości obrotowych.  | 2                |
| P5      | Konstruowanie zredukowanej charakterystyki pompy pracującej w rozgałęzionej instalacji. Obliczanie strumieni przepływu w poszczególnych gałęziach oraz ciśnień w charakterystycznych punktach instalacji. | 2                |
| P6      | Projektowanie prostej pompy tłokowej.   | 2                |
| P7      | Omawianie zrealizowanych projektów.   | 1                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Klasyfikacja pomp - pompy wirowe i wyporowe. Zasady działania pomp. Sprawność pomp. Parametry charakteryzujące pracę pompy i układu pompowego.   | 3                |
| <b>W2</b> | Pompy wirowe. Podział i podstawy teoretyczne ich działania. Charakterystyki ciśnienia, mocy i sprawności w funkcji natężenia przepływu. Wysokość ssania. NPSH. Zjawisko kawitacji.   | 3                |
| <b>W3</b> | Pompy wirowe, w szczególności odśrodkowe, i instalacja pompowa. Współpraca pomp wirowych z instalacją. Punkt pracy pompy. Regulacja parametrów pracy pompy. Współpraca pomp. Zasady doboru pompy do instalacji. Zasady eksploatacji pomp. Przykłady instalacji pompowych. Redukcja charakterystyk. | 3                |
| <b>W4</b> | Pompy tłokowe - rodzaje, charakterystyka.  | 1                |
| <b>W5</b> | Inne rodzaje pomp - charakterystyki, zastosowania  | 1                |
| <b>W6</b> | Wentylatory - wiadomości ogólne. Wentylatory osiowe, promieniowe, poprzeczne - charakterystyki, sprawności, współpraca, eksploatacja.  | 3                |
| <b>W7</b> | Wentylatory specjalnego przeznaczenia. Wentylacja w przemyśle chemicznym.  | 1                |

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Podstawowe równania przepływu płynów. Wysokość ssania pompy. NPSH. Charakterystyka rurociągu. Współczynnik oporu sieci. | 2                |
| <b>C2</b> | Charakterystyka pompy wirowej. Punkt pracy. Współpraca pomp w układzie szeregowym i równoległym.                        | 2                |
| <b>C3</b> | Regulacja parametrów pracy pomp wirowych, porównania dotyczące różnych sposobów.  | 2                |
| <b>C4</b> | Układy pompowe - redukcja charakterystyk.   | 3                |
| <b>C5</b> | Pompy wyporowe, w szczególności tłokowe - obliczenia projektowe. Przykłady obliczeniowe dotyczące innych rodzajów pomp. | 2                |
| <b>C6</b> | Punkt pracy wentylatora. Regulacja parametrów pracy. Współpraca wentylatorów.   | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 3   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>78</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie ustne

P2 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

|                     |  |
|---------------------|--|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |

|                     |  |
|---------------------|--|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                             | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5                         | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                             | Cel 3           | W6 W7                                     | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b                                     | Cel 2           | P1 P2 P3 P4 P5<br>P6 P7 C1 C2 C3<br>C4 C5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b                                     | Cel 4           | P1 P2 P3 P4 W6<br>W7 C6                   | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **W.Jędral** — *Pompy wirowe*, Warszawa, 2014, OWPW
- [2 ] **A.Korczak, J.Rokita** — *Pompy i układy pompowe*, Gliwice, 1985, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [3 ] **S.Fortuna** — *Wentylatory*, Kraków, 1999, Techwent

[4 ] **T.Fodemski** — *Pomiary cieplne, cz. II*, Warszawa, 2001, WNT

[5 ] **L.R.Couper, W.R.Penney, J.R.Fair, S.M.Walas** — *Chemical Process Equipment, Selection and*, Amsterdam, 2005, Elsevier

#### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] **W.Frączek** — *Układy pompowe w przemyśle i infrastrukturze*, Nowy Sącz, 2012, PWSZ Nowy Sącz

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Anita Kamińska-Pękala (kontakt: [anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl](mailto:anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Anita Kamińska-Pękala (kontakt: [anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl](mailto:anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Pompy i sprężarki          |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Pumps and compressors      |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIS D3 22/23   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                       |
| SEMESTRY                                | 1                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 15        | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie rodzajów pomp, zasad ich działania wraz z podstawami teoretycznymi oraz charakterystyk i zasad ich eksploatacji.

**Cel 2** Umiejętność doboru pomp i parametrów ich pracy instalacjach przemysłowych.

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Poznanie rodzajów wentylatorów, zasad ich działania wraz z podstawami teoretycznymi oraz charakterystyk i zasad ich eksploatacji.

**Cel 4** Umiejętność doboru wentylatorów i parametrów ich pracy w instalacjach przemysłowych.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wymagana znajomość zagadnień z aparatury chemicznej i procesów przepływowych.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna rodzaje pomp, zasady i podstawy teoretyczne ich działania oraz charakterystyki i zasady eksploatacji.

**EK2 Wiedza** Student zna rodzaje wentylatorów, zasady i podstawy teoretyczne ich działania oraz charakterystyki i zasady eksploatacji.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi dobierać rodzaje pomp i parametry ich pracy w instalacjach przemysłowych.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi dobierać wentylatory i parametry ich pracy w instalacjach przemysłowych.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT |   |                  |
|---------|---|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| P1      | Konstrukcja, na podstawie danych, charakterystyki pompy/wentylatora i charakterystyki rurociągu. Określanie punktu pracy.   | 2                |
| P2      | Obliczanie strumieni przepływu w poszczególnych segmentach rozgałęzionej instalacji współpracującej z pompą/wentylatorem  | 4                |
| P3      | Konstrukcja charakterystyk układu połączonych pomp/wentylatorów. Obliczanie strumieni przepływu dla różnych przebiegów charakterystyk rurociągów. Przepływy wsteczne w instalacji.                        | 2                |
| P4      | Konstrukcja charakterystyk pomp/wentylatorów dla różnych prędkości obrotowych.  | 2                |
| P5      | Konstruowanie zredukowanej charakterystyki pompy pracującej w rozgałęzionej instalacji. Obliczanie strumieni przepływu w poszczególnych gałęziach oraz ciśnień w charakterystycznych punktach instalacji. | 2                |
| P6      | Projektowanie prostej pompy tłokowej.   | 2                |
| P7      | Omawianie zrealizowanych projektów.   | 1                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Klasyfikacja pomp - pompy wirowe i wporowe. Zasady działania pomp. Sprawność pomp. Parametry charakteryzujące pracę pompy i układu pompowego.  | 3                |
| <b>W2</b> | Pompy wirowe. Podział i podstawy teoretyczne ich działania. Charakterystyki ciśnienia, mocy i sprawności w funkcji natężenia przepływu. Wysokość ssania. NPSH. Zjawisko kawitacji.   | 3                |
| <b>W3</b> | Pompy wirowe, w szczególności odśrodkowe, i instalacja pompowa. Współpraca pomp wirowych z instalacją. Punkt pracy pompy. Regulacja parametrów pracy pompy. Współpraca pomp. Zasady doboru pompy do instalacji. Zasady eksploatacji pomp. Przykłady instalacji pompowych. Redukcja charakterystyk. | 3                |
| <b>W4</b> | Pompy tłokowe - rodzaje, charakterystyka.  | 1                |
| <b>W5</b> | Inne rodzaje pomp - charakterystyki, zastosowania  | 1                |
| <b>W6</b> | Wentylatory - wiadomości ogólne. Wentylatory osiowe, promieniowe, poprzeczne - charakterystyki, sprawności, współpraca, eksploatacja.  | 3                |
| <b>W7</b> | Wentylatory specjalnego przeznaczenia. Wentylacja w przemyśle chemicznym.  | 1                |

| ĆWICZENIA |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Podstawowe równania przepływu płynów. Wysokość ssania pompy. NPSH. Charakterystyka rurociągu. Współczynnik oporu sieci.  | 2                |
| <b>C2</b> | Charakterystyka pompy wirowej. Punkt pracy. Współpraca pomp w układzie szeregowym i równoległym.                         | 2                |
| <b>C3</b> | Regulacja parametrów pracy pomp wirowych, porównania dotyczące różnych 2 sposobów.                                       | 2                |
| <b>C4</b> | Układy pompowe - redukcja charakterystyk.  | 3                |
| <b>C5</b> | Pompy wporowe, w szczególności tłokowe - obliczenia projektowe. Przykłady 2 obliczeniowe dotyczące innych rodzajów pomp. | 2                |
| <b>C6</b> | Punkt pracy wentylatora. Regulacja parametrów pracy. Współpraca wentylatorów.  | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 3   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>78</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie ustne

P2 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |

|                     |  |
|---------------------|--|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                         | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|---|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                             | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5                         | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                             | Cel 3           | W6 W7                                     | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b                                     | Cel 2           | P1 P2 P3 P4 P5<br>P6 P7 C1 C2 C3<br>C4 C5 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_U14 b                                     | Cel 4           | P1 P2 P3 P4 W6<br>W7 C6                   | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **W.Jędral** — *Pompy wirowe*, Warszawa, 2014, OWPW
- [2 ] **S.Fortuna** — *Wentylatory*, Kraków, 1999, Techwent
- [3 ] **A.Korczak, J.Rokita** — *Pompy i układy pompowe*, Gliwice, 1985, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

[4 ] **T.Fodemski** — *Pomiary cieplne cz.II*, Warszawa, 2001, WNT

[5 ] **L.R.Couper, W.R.Penney, J.R.Fair, S.M.Walas** — *Chemical Process Equipment, Selection and*, Amsterdam, 2005, Elsevier

#### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] **W.Frączek** — *Układy pompowe w przemyśle i infrastrukturze*, Nowy Sącz, 2012, PWSZ Nowy Sącz

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Anita Kamińska-Pękala (kontakt: [anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl](mailto:anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Anita Kamińska-Pękala (kontakt: [anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl](mailto:anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Projekt z wybranych procesów w inżynierii chemicznej  |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Project of selected processes in chemical engineering |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D4 23/24                             |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                            |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00  |
| SEMESTRY                                | 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 30                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zaznajomienie studentów z metodami projektowania wybranych procesów w inżynierii chemicznej

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma szczegółową wiedzę o metodach projektowania procesów w inżynierii chemicznej

**EK2 Umiejętności** Student umie zastosować metody obliczeniowe do projektowania wybranych procesów inżynierii chemicznej

**EK3 Umiejętności** Student umie krytycznie wybrać metodę projektowania wybranych procesów inżynierii chemicznej

**EK4 Kompetencje społeczne** Student potrafi pracować w zespole roboczym

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Omówienie zagadnień dotyczących podstaw teoretycznych projektowania wybranych procesów w inżynierii chemicznej | 3                |
| <b>W2</b> | Omówienie szczegółowych metod wykonania wybranych projektów procesów w inżynierii chemicznej                   | 3                |
| <b>W3</b> | Omówienie szczegółowego toku wykonania 3 trzech wybranych projektów procesów w inżynierii chemicznej           | 9                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Wykonanie 3 wybranych przez prowadzącego projektów procesów w inżynierii chemicznej. Przykładowe projekty: 1. Modelowanie kolumny z wypełnieniem nieruchomym 2. Czas przebywania w układach przepływowych 3. Projekt odstojnika 4. Projekt filtru próżniowego. 5. Projekt węzownicy w przepływowym reaktorze zbiornikowym 6. Projektowanie baterii wyparnej. 7. Projekt półkowej kolumny rektyfikacyjnej lub projekt kolumny absorpcyjnej z wypełnieniem. 8. Projekt reaktora okresowego i/lub przepływowego. | 30               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Komputerowe ćwiczenia projektowe

**N3** Praca w grupach

N4 Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 6   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 5   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 12  |
| Opracowanie wyników  | 12  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

**F2** Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Zaliczenie ustne

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Oddanie w terminie kompletnego sprawozdania z wykonywanych projektów

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU                             | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W07<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b   | Cel 1           | W1 W2 W3 K1       | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK2               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U10 b | Cel 1           | W1 W2 W3 K1       | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_U13 b<br>K2_U15 b<br>K2_K01                                   | Cel 1           | W1 W2 W3 K1       | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03                   | Cel 1           | W1 W2 W3 K1       | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **R. Turton, R. C. Baillie, W. B. Whiting, J. A. Schaeiwitz** — *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes*, NY, 2012, Prentice Hall
- [2 ] **G. Towler, R. Sinnott** — *Chemical Engineering Design*, Burlington, San Diego, London, 2008, Elsevier

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

[1 ] **J. Jeżowski** — *Wprowadzenie do projektowania systemów technologii chemicznej*, Rzeszów, 2001, Wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: robert.grzywacz@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Legislacyjne uwarunkowania wykorzystania OZE           |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Legislative conditions for the use of renewable energy |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIS D4 22/23                               |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                             |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00   |
| SEMESTRY                                | 1  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie legislacyjnych uwarunkowań dotyczących wykorzystania odnawialnych źródeł energii

**Cel 2** Poznanie najważniejszych aktów prawnych dotyczących wykorzystania odnawialnych źródeł energii

**Cel 3** Poznanie systemów wsparcia instalacji z odnawialnymi źródłami energii

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę w zakresie legislacyjnych uwarunkowań dotyczących wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

**EK2 Wiedza** Student ma szczegółową wiedzę w zakresie najważniejszych aktów prawnych dotyczących wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi wykorzystać wiedzę z systemów wsparcia instalacji z odnawialnymi źródłami energii.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wykorzystywać nabytą wiedzę do krytycznej analizy uwarunkowań prawnych dotyczących zastosowania danej technologii wykorzystującej odnawialne źródła energii.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenia do odnawialnych źródeł energii (rodzaje, potencjał).   | 1                |
| <b>W2</b> | Rys historyczny legislacyjnych uwarunkowań dotyczących wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce. Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady.                       | 2                |
| <b>W3</b> | Ustawa o odnawialnych źródłach energii. Krajowy plan na rzecz energii i klimatu. Systemy wsparcia instalacji z odnawialnymi źródłami energii. System zielonych certyfikatów | 8                |
| <b>W4</b> | Przepisy szczegółowe.   | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Dyskusja

**N2** Konsultacje

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 8   |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W04<br>K2_W05   | Cel 1           | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK2               | K2_W05   | Cel 2           | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK3               | K2_U02<br>K2_U05   | Cel 3                | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK4               | K2_W05<br>K2_U11 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej** — *USTAWA z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii*, Warszawa, 2015, Sejm Rzeczypospolitej Polskiej
- [2 ] **Ministerstwo Aktywów Państwowych** — *Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030*, Warszawa, 2019, WydMinisterstwo Aktywów Państwowychawnictwo
- [3 ] **Główny Urząd Statystyczny** — *Energia ze źródeł odnawialnych w 2020 roku*, Warszawa, 2021, Główny Urząd Statystyczny

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Modelowanie układów rozproszonych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Modelling of disperse systems     |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D5 22/23         |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe        |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                              |
| SEMESTRY                                | 2                                 |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z podstawami modelowania układów rozproszonych opartego na bilansie populacji fazy rozproszonej.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z procesami zachodzącymi w układach rozproszonych, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk rozdrabniania i aglomeracji fazy rozproszonej.

Kod archiwizacji:

**Cel 3** Zapoznanie studentów metodami rozwiązywania bilansów populacyjnych fazy rozproszonej.

**Cel 4** Zapoznanie studentów z wybranymi procesami fizycznymi o znaczeniu przemysłowym z udziałem fazy rozproszonej i zasadami ich modelowania.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończone przedmioty Matematyka, Podstawy inżynierii chemicznej oraz Programowanie obliczeń inżynierskich.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Umiejętność wyznaczania właściwości fazy rozproszonej, estymacji parametrów funkcji rozkładu oraz wyznaczania parametrów statystycznych funkcji rozkładu.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność formułowania bilansów populacji dla procesów zachodzących z udziałem fazy rozproszonej.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność rozwiązywania analitycznego lub przy użyciu metod numerycznych prostych bilansów populacji.

**EK4 Wiedza** Wiedza w zakresie podstaw projektowania procesów zachodzących z udziałem fazy rozproszonej i ich znaczenie przemysłowe.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Wyznaczanie parametrów fazy rozproszonej oraz zastosowanie funkcji rozkładu do statystycznego opisu właściwości elementów fazy rozproszonej. | 5                |
| <b>P2</b> | Sformułowanie i rozwiązanie bilansu populacyjnego procesu fizycznego zachodzącego z udziałem fazy rozproszonej.                              | 10               |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Charakterystyka układów dyspersyjnych i ich występowanie w przemyśle. Wprowadzenie do modelowania układów rozproszonych. Właściwości fazy rozproszonej, funkcje rozkładu i parametry statystyczne. | 2                |
| <b>W2</b> | Równanie bilansu populacji. Funkcja narodzin i śmierci. Mechanizmy nukleacji, wzrostu, agregacji i rozpadu fazy rozproszonej. Rdzenie agregacji. Modelowanie procesów ciągłych i okresowych.       | 3                |
| <b>W3</b> | Wykorzystanie bilansu populacji do modelowania wybranych procesów fizycznych z udziałem fazy rozproszonej. Krystalizacja i granulacja.   | 4                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Metody numerycznego rozwiązywania równań bilansu populacji. Metody dyskretyzacji rdzenia agregacji.   | 3                |
| <b>W5</b> | Mikrostruktura burzliwości, procesy rozpad i koalescencja kropeł fazy rozproszonej w układach ciecz-ciecz w polu burzliwym. Modele, maksymalny rozmiar kropeł stabilnych, czas rozpadu i koalescencji, wpływ lepkości faz na te zjawiska, modele deformacji powierzchni międzyfazowych. | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 8   |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 15  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

**F2** Projekt zespołowy

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

**P1** Zaliczenie pisemne

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

**W1** Ocena jest średnią ważoną oceny uzyskanej z zaliczenia i oceny z projektów. Wagi ocen są przedstawiane studentom na pierwszym wykładzie.

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W07<br>K2_U07 b   | Cel 1                | P1 W1 W5          | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W07   | Cel 1 Cel 2          | P2 W2 W3          | N1 N2 N3              | F2 P1         |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W07<br>K2_U07 b   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | P2 W2 W3 W4       | N1 N2 N3              | F2 P1         |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W07<br>K2_W11 b   | Cel 4                | P2 W3             | N2 N3                 | F2 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] D. Ramkrishna — *Population balances*, San Diego, 2000, Academic Press

[2 ] E. Kissa — *Dispersions. Characterisation testing and measurement*, Nowy jork, 1999, Marcel Dekker Inc

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] P. Synowiec — *Krystalizacja przemysłowa z roztworu*, Warszawa, 2008, WNT

[2 ] J. Litster, B. Ennis — *The science and engineering of granulation process*, Nowy Jork, 2004, Springer-Verlag

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: [katarzyna.bizon@pk.edu.pl](mailto:katarzyna.bizon@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Ogniwa paliwowe i technologie wodorowe |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Fuel cells and hydrogen technologies   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D5 22/23              |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe             |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                   |
| SEMESTRY                                | 2                                      |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie rozszerzonych zagadnień dotyczących ogniw paliwowych.

**Cel 2** Poznanie rozszerzonych zagadnień dotyczących technologii wodorowych.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, rozszerzoną wiedzę z zakresu ogniw paliwowych.

**EK2 Wiedza** Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, rozszerzoną wiedzę z zakresu technologii wodorowych.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi zastosować w praktyce wiedzę z zakresu ogniw paliwowych i technologii wodorowych.

**EK4 Kompetencje społeczne** Student potrafi przekazać rzetelną wiedzę z zakresu ogniw paliwowych i technologii wodorowych społeczeństwu.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |  |                  |
|------------|--|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Wstępne wiadomości o celu seminarium. Wymogi stawiane prezentacjom - wskazówki dla autorów. Wkład własny.  | 1                |
| <b>S2</b>  | Omówienie tematów i zakresów prezentacji wybranych przez studentów. Dyskusja nad zagadnieniami związanymi z prezentacjami realizowanymi przez studentów. | 1                |
| <b>S3</b>  | Prezentowanie przez studentów referatów z wybranych tematów.   | 13               |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Podstawy działania i budowa ogniw paliwowych. Rodzaje i zastosowania ogniw paliwowych. Materiały dla ogniw paliwowych.   | 5                |
| <b>W2</b> | Właściwości fizykochemiczne wodoru. Znaczenie wodoru w środowisku i przemyśle.   | 2                |
| <b>W3</b> | Metody otrzymywania wodoru (reforming parowy, reforming gazu ziemnego, zgazowanie węgla kamiennego, fotoliza wody, cykle termochemiczne i mikrobiologiczne, wykorzystanie energii jądrowej). Znaczenie wodoru w środowisku i przemyśle. Podstawowe technologie wodorowe działania i budowa ogniw paliwowych. Rodzaje i zastosowania ogniw paliwowych | 4                |
| <b>W4</b> | Metody magazynowania wodoru. Wpływ wodoru na materiały. Kruchość wodorowa.   | 2                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W5</b> | Wodór jako paliwo silnikowe.                           | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Dyskusja

N2 Konsultacje

N3 Praca w grupach

N4 Prezentacje multimedialne

N5 Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 4   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 9   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Ocena z prezentacji

**OCENA PODSUMOWUJĄCA****P1** Średnia ważona ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Kryteria oceny prezentacji zostaną przedstawione studentom przez prowadzącego zajęcia.**W2** Test zostanie zaliczony pozytywnie, gdy student uzyska przynajmniej 51% możliwych do zdobycia punktów.**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |

|              |  |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 2.0 | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0 | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5 | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0 | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5 | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0 | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W04<br>K2_W05   | Cel 1           | S1 S2 S3 W1                | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W04<br>K2_W05   | Cel 2           | S1 S2 S3 W2 W3<br>W4 W5    | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_U05<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b   | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 W1 W2<br>W3 W4 W5 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_K02   | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 W1 W2<br>W3 W4 W5 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **T. Chmielniak, T. Chmielniak** — *Energetyka wodorowa*, Warszawa, 2020, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2 ] **A. Dicks, D. A. J. Rand** — *Fuel cell systems explained*, Hoboken, 2018, Wiley
- [3 ] **W. Ciechanowicz, S. Szczukowski** — *Ogniwa paliwowe, wodór, metanol i biomasa szansą rozwoju obszarów wiejskich i zurbanizowanych*, Olsztyn, 2015, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego
- [4 ] **Robert Bosch GmbH** — *Bosch. Napędy hybrydowe, ogniwa paliwowe...*, Warszawa, 2010, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Maszyny cieplne i odzysk ciepła niskotemperaturowego |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Thermal machines and low-temperature heat recovery   |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D6 22/23                            |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                           |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 30      | 0         | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie budowy i zasady działania maszyn cieplnych.

**Cel 2** Poznanie źródeł oraz sposobów wykorzystania ciepła niskotemperaturowego.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą budowy i zasady działania maszyn ciepłych.

**EK2 Wiedza** Student ma porządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą źródeł oraz sposobów wykorzystania ciepła niskotemperaturowego.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi integrować zdobytą wiedzę z zakresu przedmiotu w celu stosowania jej w praktyce inżynierskiej oraz ochronie środowiska

**EK4 Umiejętności** Student potrafi kompleksowo zrealizować postawione mu zadanie we współpracy z grupą osób.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Budowa, działanie i projektowanie wybranych maszyn ciepłych.  | 4                |
| <b>W2</b> | Źródła i rodzaje ciepła odpadowego w różnych gałęziach przemysłu. Technologie odzysku ciepła niskotemperaturowego. Palniki regeneracyjne i rekuperacyjne. Podgrzewacze powietrza. Systemy z ciepłowodem. Generatory pary z odzyskiem ciepła. Obrotowe wymienniki ciepła. Ekonomizery. | 11               |
| <b>W3</b> | Absorpcyjne pompy ciepła. Sprężarkowe pompy ciepła. Chemiczne pompy ciepła  | 4                |
| <b>W4</b> | Generatory termoelektryczne. Generatory termofotowoltaiczne. Generatory termionowe  | 2                |
| <b>W5</b> | Silnik Stirlinga  | 2                |
| <b>W6</b> | Cykl Kaliny. Organiczny cykl Rankinea.  | 3                |
| <b>W7</b> | Techniki kogeneracyjne  | 2                |
| <b>W8</b> | Analiza pinch point technology. Analiza Linnhoffa   | 2                |

| PROJEKT   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Projekt instalacji do odzysku ciepła niskotemperaturowego o zadanych parametrach. | 15               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Dyskusja

N2 Konsultacje

N3 Praca w grupach

N4 Prezentacje multimedialne

N5 Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 45  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 16  |
| Opracowanie wyników  | 7   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 15  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>90</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 3.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

F2 Test

F3 Zaliczenie ustne projektu

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Oddanie w wyznaczony terminie kompletnego projektu

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |

|              |  |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 5.0 | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
|--------------|--|

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>P1 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK2               | K2_W10 b<br>K2_W11 b<br>K2_W12 b   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>P1 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK3               | K2_U08 b<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b                                   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 W8<br>P1 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |
| EK4               | K2_U15 b<br>K2_U16 b   | Cel 1 Cel 2     | P1                               | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 F3 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Wójs K.** — *Odzysk i zagospodarowanie niskotemperaturowego ciepła odpadowego ze spalin wylotowych*, Warszawa, 2015, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3 ] **taniszewski D.; Targański W.** — *Odzysk ciepła w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych*, Gdańsk, 2007, IPPU MASTA
- [4 ] **Słyś D.; Kordana S.** — *Odzysk ciepła odpadowego w instalacjach i systemach kanalizacyjnych*, Krosno, 2013, KaBe
- [5 ] **Zalewski W.; Kopeć P.** — *Wymienniki ciepła pomp ciepła i innych systemów odzysku ciepła*, Kraków, 2018, Wydawnictwo PK
- [6 ] **Jouhara H.** — *Waste Heat Recovery in Process Industries*, Miejscowość, 2022, Wiley-VCH

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Ansys w inżynierii chemicznej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Ansys in chemical engineering |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D1 22/23     |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe    |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                          |
| SEMESTRY                                | 2                             |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 30                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi metodami pracy w pakiecie Ansys

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student umie zaimportować model 3d do pakietu Ansys oraz naprawić jego geometrię

**EK2 Umiejętności** Student umie wykonać obliczenia z wykorzystaniem parametryzacji

**EK3 Umiejętności** Student umie pisać proste funkcje użytkownika

**EK4 Kompetencje społeczne** Student umie zastosować zaawansowane metody wizualizacji obliczeń

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Import geometrii 3D z programów zewnętrznych, korekta i naprawa zaimportowanej geometrii               | 8                |
| <b>K2</b>                | Parametryzacja geometrii, siatkowania i obliczeń symulacyjnych, optymalizacja problemów obliczeniowych | 8                |
| <b>K3</b>                | Proste funkcje UDF i ich zastosowanie  | 8                |
| <b>K4</b>                | Zaawansowana wizualizacja wyników obliczeń, tworzenie video obrazującego wyniki symulacji              | 6                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** ćwiczenia komputerowe

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 10  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU   | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U07 b<br>K2_U15 b<br>K2_K01                       | Cel 1           | K1 K2 K3 K4       | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U06<br>K2_U07 b<br>K2_U09 b<br>K2_U15 b<br>K2_K01 | Cel 1           | K1 K2 K3 K4       | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U06   | Cel 1           | K1 K2 K3 K4       | N1 N2 N3              | F1 P1         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK4               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U06<br>K2_K01             | Cel 1           | K1 K2 K3 K4       | N1 N2 N3              | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] — *Ansys instrukcja użytkownika*, , 2022, Ansys Inc
- [2 ] Huei-Huang Lee — *Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 2021*, , 2021, SDC Publications
- [3 ] W.A.Altabey, M.Noori, L.Wang — *Using ANSYS for Finite Element Analysis, Volume I: A Tutorial for Engineers*, , 2018, Momentum Press
- [4 ] W.A.Altabey, M.Noori, L.Wang — *Using ANSYS for Finite Element Analysis, Volume II: Dynamic, Probabilistic Design and Heat Transfer Analysis*, , 2018, Momentum Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: robert.grzywacz@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Ansys w inżynierii chemicznej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Ansys in chemical engineering |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D1 22/23     |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe    |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                          |
| SEMESTRY                                | 2                             |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z zaawansowanymi problemami ruchu ciepła rozwiązywanymi za pomocą pakietu Ansys

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student umie przeprowadzić symulacje przenoszenia ciepła dla dużych modeli

**EK2 Umiejętności** Student umie wykonać symulacje konwekcji naturalnej i wymuszonej

**EK3 Umiejętności** Student umie sparametryzować problem obliczeniowy

**EK4 Umiejętności** Student umie wykonać zaawansowaną prezentację wyników przeprowadzonych obliczeń symulacyjnych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Symulacje wymiany ciepła w dużych obiektach, gruntowe wymienniki ciepła | 5                |
| <b>K2</b>                | Wymuszona i swobodna konwekcja ciepła, wentylacja pomieszczeń           | 5                |
| <b>K3</b>                | Parametryzowanie obliczeń symulacyjnych                                 | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia komputerowe

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 5   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 5   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Prawidłowe podjęcie do rozwiązywania problemu związanego z efektem kształcenia, dopuszczalna możliwość popełnienia błędów, nie wpływających znacząco na opis problemu oraz na interpretacje uzyskanych wyników. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_K01 | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_K01                       | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_K01             | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U05<br>K2_K01             | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1 N2 N3              | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] — *Ansys Instrukcja Użytkownika*, , 2022, Ansys Inc
- [2 ] Huei-Huang Lee — *Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 2021*, , 2021, SDC Publications
- [3 ] W.A.Altabey, M.Noori, L.Wang — *Using ANSYS for Finite Element Analysis, Volume I: A Tutorial for Engineers*, , 2018, Momentum Press
- [4 ] W.A.Altabey, M.Noori, L.Wang — *Using ANSYS for Finite Element Analysis, Volume II: Dynamic, Probabilistic Design and Heat Transfer Analysis*, , 2018, Momentum Press

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: pcgrzywa@cyf-kr.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż. prof. PK Robert Grzywacz (kontakt: robert.grzywacz@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody badań przepływów wielofazowych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Multiphase flow testing methods       |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D2 22/23             |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe            |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                                  |
| SEMESTRY                                | 2                                     |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 15           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z parametrami przepływu dwufazowego istotnymi pod względem procesowym

**Cel 2** Zastosowanie wybranych metod eksperymentalnych do pomiaru parametrów przepływu dwufazowego

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończony kurs z przedmiotu "Przepływy wielofazowe"

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawowe parametry charakteryzujące przepływy wielofazowe

**EK2 Wiedza** Student zna struktury przepływów wielofazowych

**EK3 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć podstawowe parametry przepływu dwufazowego

**EK4 Umiejętności** Student potrafi określić strukturę przepływu dwufazowego

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |  |                  |
|--------------|--|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                       | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Pomiar rozmiaru i prędkości wznoszenia pęcherzy gazowych metodami optycznymi | 3                |
| L2           | Określanie struktur przepływu dwufazowego ciecz-gaz                          | 3                |
| L3           | Hydrodynamika swobodnych strumieni cieczy                                    | 3                |
| L4           | Pomiar udziału faz w przepływie dwufazowym                                   | 3                |
| L5           | Struktury przepływu i spadek ciśnienia w transporcie hydraulicznym           | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia laboratoryjne

N2 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 5   |
| Opracowanie wyników  | 4   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 4   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Przedłożenie poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych

W2 Uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium zaliczeniowego

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |
| NA OCENĘ 3.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |
| NA OCENĘ 3.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 3.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |
| NA OCENĘ 3.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 3.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 4.5        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego         |
| NA OCENĘ 5.0        | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie przedłożył poprawnie wykonanych sprawozdań z zajęć laboratoryjnych lub uzyskał poniżej 51% punktów z kolokwium zaliczeniowego |

|              |  |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 3.0 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 51 do 60% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 3.5 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 61 do 70% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 4.0 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 71 do 80% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 4.5 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 81 do 90% punktów z kolokwium zaliczeniowego  |
| NA OCENĘ 5.0 | Student przedłożył poprawnie wykonane sprawozdania z zajęć laboratoryjnych i uzyskał 91 do 100% punktów z kolokwium zaliczeniowego |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                                       | Cel 1 Cel 2     | L1 L2 L3 L4 L5    | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                                       | Cel 1 Cel 2     | L2 L4 L5          | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U02   | Cel 1 Cel 2     | L1 L2 L3 L4 L5    | N1 N2                 | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U02   | Cel 1 Cel 2     | L2 L4 L5          | N1 N2                 | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] M. Dziubiński, J Prywer — *Mechanika płynów dwufazowych*, Warszawa, 2009, WNT

[2 ] M. Dziubinski — *Hydrodynamika przepływu mieszanin dwufazowych ciec-z-gaz*, Łódź, 2005, Wydawnictwa PŁ

[3 ] **Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki** — *Mechanika płynów w inżynierii i ochronie środowiska*, Warszawa, 2009, WNT

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] **Z. Kembłowski, S. Michałowski, C. Strumiłło, R. Zarzycki** — *Podstawy teoretyczne inżynierii chemicznej i procesowej*, Warszawa, 1985, WNT

[2 ] **J. Polarski** — *Hydrotransport*, Warszawa, 1982, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Mateusz Prończuk (kontakt: mateusz.pronczuk@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Mateusz Prończuk (kontakt: mateusz.pronczuk@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Rolnicze surowce energetyczne do produkcji energii odnawialnej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Agricultural energy feedstocks for renewable energy production |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D3 22/23                                      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                                     |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 15      | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studenta z aktualnymi tendencjami wykorzystania produktów rolnych jako surowce energetyczne.

**Cel 2** Przygotowanie dokumentacji dotyczącej organizacji celowej uprawy wybranych surowców rolniczych do produkcji energii odnawialnej.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Podstawowe wiadomości dotyczące odnawialnych źródeł energii.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna aktualny stan produkcji i wykorzystania energii odnawialnej.

**EK2 Wiedza** Student zna i rozumie perspektywy rozwoju odnawialnych źródeł energii.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi zaplanować produkcję energii odnawialnej i jej wykorzystanie.

**EK4 Kompetencje społeczne** Jest gotowy do planowania własnych sposobów wykorzystania rolniczych surowców energetycznych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |  |                  |
|------------|--|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Przystawienie aktualnych możliwości wykorzystania energii odnawialnej, światowy potencjał bioenergetyczny, skala wykorzystania w Europie i w Polsce.   | 3                |
| <b>S2</b>  | Perspektywy rozwoju odnawialnych źródeł energii, regulacje prawne, uwarunkowanie środowiskowe, uwarunkowania ekonomiczne, uwarunkowania społeczne.   | 3                |
| <b>S3</b>  | Ogólna charakterystyka głównych źródeł energii odnawialnej, zasoby energii słonecznej, energia geotermalna, energia wodna, wiatru, biomasy, rodzaje biopaliw   | 3                |
| <b>S4</b>  | Produkcja wybranych rolniczych surowców energetycznych, szybko rosnących, możliwości ich wykorzystania, inne rośliny mające potencjał do zaistnienia jako surowce energetyczne   | 2                |
| <b>S5</b>  | Organizacja produkcji energii odnawialnej celowej, zasady doboru odpowiednich gatunków, logistyka, opłacalność, konkurencyjność, zasady sporządzania bilansu i oceny opłacalności upraw celowych, wykorzystanie produktów ubocznych rolnictwa do produkcji energii odnawialnej | 4                |

| PROJEKT   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Przygotowanie planu/organizacji produkcji energii odnawialnej z uprawy roślin celowych lub wykorzystując produkty uboczne z przemysłu rolno-spożywczego.   | 10               |
| <b>P2</b> | Prezentacja bilansów strat i zysków z zaproponowanego rozwiązania, możliwości zmian w zależności od warunków środowiskowych i pogodowych na danym terenie, zalety i wady swojego planu produkcji energii odnawialnej | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia projektowe

N2 Praca w grupach

N3 Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 4   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 3   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 5   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>52</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

F2 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |

|                     |  |
|---------------------|--|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału powyżej 50% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W11 b   | Cel 1           | S1 S2 P1          | N1 N2 N3              | F1            |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W11 b<br>K2_W12 b                             | Cel 1           | S1 S2 S3 P1       | N1 N2 N3              | F1            |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U04<br>K2_U10 b<br>K2_U14 b                             | Cel 2           | S3 S4 S5 P1 P2    | N1 N2 N3              | F1 F2         |
| EK4               | K2_K01<br>K2_K02   | Cel 2           | S1 S4 S5 P2       | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] IEA — *World Energy Outlook*, Paris, 2009, WEO/IEA

- [2 ] **W.M.Lewandowski** — *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Warszawa, 2012, WNT
- [3 ] **M.Ligus** — *Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii*, Wrocław, 2019, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **GUS** — *Energia ze źródeł odnawialnych*, Warszawa, 2020, GUS

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Anita Kamińska-Pękala (kontakt: [anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl](mailto:anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Anita Kamińska-Pękala (kontakt: [anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl](mailto:anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Niekonwencjonalny rozdział mieszanin         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Non-conventional mixtures separation methods |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D4 22/23                    |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                   |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00   |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Rozszerzenie wiedzy studentów w zakresie procesów destylacji i rektyfikacji.

**Cel 2** Rozszerzenie wiedzy studentów w zakresie procesów absorpcyjno-desorpcyjnych.

**Cel 3** Rozszerzenie wiedzy i umiejętności studentów w zakresie procesów separacji mechanicznej.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wymagane znajomości zagadnień na temat procesów destylacyjnych, procesów przepływowych, procesów dyfuzyjno - kinetycznych.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma poszerzoną wiedzę z procesów destylacyjnych i rektyfikacyjnych.

**EK2 Wiedza** Student ma poszerzoną wiedzę z procesów absorpcyjno-desorpcyjnych.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi opisywać procesy transportu masy przy użyciu odpowiednich modeli.

**EK4 Kompetencje społeczne** Student jest gotowy do samodzielnego kreatywnego działania podczas projektowania procesów transportu ciepła, masy i pędu.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| PROJEKT   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Modelowanie rozkładu wielkości cząstek, rozkładu prędkości płynu i drogi opadania w klasyfikatorze hydraulicznym przy użyciu odpowiedniego oprogramowania. | 15               |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Rektyfikacja ciągła w kolumnie z odbiorami frakcji o różnych temperaturach wrzenia i doprowadzeniem kilku surówek na różnych poziomach. Przebiegi linii operacyjnych, wyznaczanie liczby pól teoretycznych.   | 3                |
| <b>W2</b> | Rektyfikacja w kolumnach uproszczonych: przypadki eliminacji skraplacza i/lub kotła. Ogrzewanie bezprzeponowe kotła. Zimny powrót. Skraplanie a deflegmacja. Skraplanie współ- i przeciwpądowe.   | 2                |
| <b>W3</b> | Rektyfikacja okresowa przy stałym powrocie lub przy stałym składzie destylatu. Destylacja azeotropowa. Destylacja ekstrakcyjna.   | 2                |
| <b>W4</b> | Rektyfikacja wieloskładnikowa. Składniki kluczowe. Obliczanie liczby kolumn i liczby pól teoretycznych w poszczególnych kolumnach metodą uproszczoną z wykorzystaniem równania Fenskego, metody Underwooda i reguły Ellisa. Wyznaczanie składu mieszanin na poszczególnych półkach. | 4                |
| <b>W5</b> | Rozdział mieszanin w dwutemperaturowych procesach absorpcyjno-desorpcyjnych: z wprowadzaniem surowca do absorbera lub desorbera. Przebiegi linii operacyjnych. Wyznaczanie liczby pól teoretycznych   | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 3   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 10  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>55</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

F2 Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie ustne

P2 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału poniżej 51%       |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60% |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału poniżej 51%        |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału poniżej 51%        |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału poniżej 51%        |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 91-100% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                   | Cel 1           | W1 W2 W3 W4       | N1 N2                 | F2            |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W03<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b                   | Cel 2           | W5                | N1 N2                 | F2            |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U07 b<br>K2_U09 b<br>K2_U11 b<br>K2_U14 b                         | Cel 3           | P1                | N1 N2                 | F1            |
| EK4               | K2_K01   | Cel 3           | P1                | N1 N2                 | F1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **A.Selecki, R.Gawroński** — *Podstawy projektowania wybranych procesów rozdzielania mieszanin*, Warszawa, 1992, WNT
- [2 ] **A.K.Coker** — *Ludwig's Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, vol 2,* Amsterdam, 2010, Elsevier
- [3 ] **J.Ciborowski** — *Inżynieria chemiczna*, Warszawa, 1973, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Z.Ziołkowski** — *Destylacja i rektyfikacja w przemyśle chemicznym*, Warszawa, 1973, WNT
- [2 ] **M. F. Doherty** — *Perry's Chemical Engineers' Handbook.*, , 2007, McGraw-Hill Professional

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Anita Kamińska-Pekala (kontakt: [anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl](mailto:anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl))



**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr inż. Przemysław Migas (kontakt: przemyslaw.migas@pk.edu.pl)

2 dr inż. Anita Kamińska-Pękala (kontakt: anita.kaminska-pekala@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Procesy oczyszczania gazów |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Gas purification processes |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D4 22/23  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                       |
| SEMESTRY                                | 2                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poszerzenie wiadomości z zakresu procesów oczyszczania gazów i aparatury chemicznej.

Kod archiwizacji:

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy fizykochemiczne oczyszczania gazów.

**EK2 Wiedza** Student zna metody oczyszczania gazów.

**EK3 Wiedza** Student zna budowę aparatów do oczyszczania gazów.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi zaproponować kolejność stosowanych metod w oczyszczaniu gazów

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Wprowadzenie do tematyki oczyszczania gazów. Procesy usuwania zanieczyszczeń stałych i gazowych z fazy gazowej. Budowa aparatury do oczyszczania gazów i schemat instalacji procesowej. | 2                |
| <b>S2</b>  | Prezentacje studenckie  | 13               |

#### 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 12  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>29</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Prezentacja

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Przedstawienie wybranego zagadnienia

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W08 b<br>K2_W11 b<br>K2_W12 b       | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK2               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W12 b                     | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK3               | K2_W02<br>K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W09<br>K2_W12 b           | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U05<br>K2_U10 b<br>K2_U11 b<br>K2_U13 b<br>K2_U15 b     | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Zarzycki R., Wielgosinski G., — *Technologie i procesy ochrony powietrza*, Warszawa, 2018, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2 ] Janka R.M., — *Zanieczyszczenia pyłowe i gazowe*, Warszawa, 2013, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3 ] Kohl A.L., Nielsen R., — *Gas Purification*, Houston, 2009, Gulf Publishing Company
- [4 ] Warych J. — *Oczyszczanie gazów. Procesy i aparatura*, Warszawa, 1998, WNT

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1 ] **Kuropka J.**, — *Technologie oczyszczania gazów z dwutlenku siarki i tlenków azotu*, Wrocław, 2012, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [2 ] **Warych J.**, — *Proces oczyszczania gazów. Problemy projektowo-obliczeniowe*, Wrocław, 2000, OWPW

**12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH****OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr inż. Dawid Jankowski (kontakt: dawid.jankowski@pk.edu.pl)

**OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT**

1 dr inż. Dawid Jankowski (kontakt: dawid.jankowski@pk.edu.pl)

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Techniki modelowania oparte na danych (data-driven) |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Data-driven modelling techniques                    |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D4 22/23                           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00  |
| SEMESTRY                                | 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z zaawansowanymi metodami technik modelowania procesów i obiektów inżynierii chemicznej opartych na danych pomiarowych.

**Cel 2** Zdobywanie umiejętności praktycznych umożliwiających implementację technik typu data-driven do rozwiązywania problemów obszaru inżynierii chemicznej.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończone przedmioty Matematyka oraz Programowanie obliczeń inżynierskich.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Umiejętność zastosowania podejścia typu data-driven do rozwiązywania prostych problemów z zakresu inżynierii chemicznej i procesowej.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność integracji bibliotek funkcji (np. w pakiecie Matlab lub języku Python) do tworzenia skryptów opartych na technikach data-driven.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność tworzenia algorytmów wykorzystujących koncepcję miękkiego sensora.

**EK4 Wiedza** Wiedza w zakresie koncepcji technik modelowania opartego na danych, ich wad i zalet.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Uczenie maszynowe, głębokie a sieci neuronowe. Tworzenie modeli obiektów i procesów inżynierii chemicznej na podstawie danych doświadczalnych. Implementacja modeli typu grey i black box oraz modeli. | 5                |
| <b>K2</b>                | Opracowanie miękkich (wirtualnych) sensorów wykorzystujących ideę uczenia maszynowego do wybranych zagadnień inżynierii chemicznej i procesowej.   | 5                |
| <b>K3</b>                | Zastosowanie metod dekompozycyjnych (PCA, ICA) do analizy danych eksperymentalnych i tworzenia modeli opartych na danych   | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 3   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 2   |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 8   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Projekt

**P2** Zaliczenie ustne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Ocena jest średnią ważoną oceny uzyskanej z projektu i z jego ustnego zaliczenia

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie do 50%         |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%   |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%   |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%   |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%   |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91% do 100% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_U07 b   | Cel 1 Cel 2     | K1 K2 K3          | N1 N2                 | P1 P2         |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W12 b   | Cel 2           | K1 K2             | N1 N2                 | P1 P2         |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W12 b   | Cel 1 Cel 2     | K2                | N1 N2                 | P1 P2         |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W02<br>K2_W12 b   | Cel 1           | K1                | N1 N2                 | P1 P2         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **E. Molga** — *Zastosowanie sieci neuronowych do wspomaganie modelowania reaktorów chemicznych*, Warszawa, 2001, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2 ] **J.V. Stone** — *Independent component analysis: A tutorial introduction*, Cambridge, 2004, Bradford Book
- [3 ] **P. Benner, M. Ohlberger, A. Patera, G. Rozza, K. Urban** — *Model reduction of parametrized systems*, Nowy Jork, 2017, Springer

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: [katarzyna.bizon@pk.edu.pl](mailto:katarzyna.bizon@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Mieszanie układów wielofazowych  |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Mixing of multicomponent systems |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D5 22/23        |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                             |
| SEMESTRY                                | 2                                |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zaznajomienie studentów z problematyką mieszania układów wielofazowych

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna teorię mieszania układów wielofazowych

**EK2 Wiedza** Student zna stosowane mieszadła, mieszalniki, schemat przepływu cieczy w mieszalniku

**EK3 Wiedza** Student zna teorię dotyczącą mocy mieszania

**EK4 Umiejętności** Student zna i potrafi zastosować teorię dotyczącą średnic zastępczych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Wiadomości ogólne: mieszadła, mieszalniki, przepływ cieczy w mieszalniku, moc mieszania.  | 3                |
| S2         | Układy dwufazowe ciecz-ciało stałe: wytwarzanie zawiesiny w mieszalniku, podrywanie ciała stałego z dna mieszalnika, stosowane mieszadła, moc i efektywność mieszania, wymiana masy, powiększanie skali mieszalników.   | 3                |
| S3         | Układy dwufazowe ciecz-ciecz: wytwarzanie emulsji w mieszalnikach, stosowane mieszadła, częstości obrotów mieszadła wymagane do rozproszenia cieczy, inwersja faz, średnice kropeł fazy rozproszonej (rozkłady średnic, średnica zastępcza, średnia średnica kropeł, wpływ czasu mieszania), powiększanie skali mieszalników.                               | 3                |
| S4         | Układy dwufazowe ciecz-gaz: mechanizm dyspergowania gazu przez mieszadła (przepływ w pobliżu mieszadła, formy gazowe za łopatkami, cyrkulacja gazu w mieszalniku), stosowane mieszadła, warunki dyspergowania gazu, powierzchniowe nagazowywanie cieczy, moc mieszania, ilość gazu zatrzymanego w mieszaninie, średnice pęcherzy gazowych, wymiana masy.    | 3                |
| S5         | Układy trójfazowe ciecz-gaz-ciało stałe: wytwarzanie mieszaniny trójfazowej w mieszalnikach, mieszadła i częstości obrotów wykorzystywane do rozproszenia gazu i ciała stałego, moc mieszania i efektywność wytwarzania zawiesiny, wpływ obecności ciała stałego na rozpraszanie gazu, wymiana masy między gazem a cieczą, powiększanie skali mieszalników. | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacja

**N2** Dyskusja

**N3** Konsultacja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 4   |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 7   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Ocena z prezentacji multimedialnej

**F2** Zaliczenie pisemne

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 51%   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91 do 100% |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 51%   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91 do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 51%   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91 do 100% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 51%   |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 51 do 60%  |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 61 do 70%  |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 71 do 80%  |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie od 81 do 90%  |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie od 91 do 100% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU     | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U16 b<br>K2_K01 | Cel 1           | S1 S2 S3 S4 S5    | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U16 b           | Cel 1           | S1                | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U16 b           | Cel 1           | S1                | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_W01<br>K2_W05<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b<br>K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U16 b           | Cel 1           | S3 S4 S5          | N1                    | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Kamiński J.** — *Mieszanie układów wielofazowych*, Warszawa, 2004, WNT
- [2 ] **Kamiński J.** — *Wybrane zagadnienia mechanicznego mieszania układów ciecz-gaz*, Kraków, 1993, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Monika Gwadera (kontakt: monika.gwadera@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Monika Gwadera (kontakt: monika.gwadera@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zintegrowane systemy zawierające różne nośniki energii odnawialnych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Integrated systems containing various renewable energy carriers     |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D5 22/23   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe  |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00  |
| SEMESTRY                                | 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Przekazanie studentom wiedzy o instalacjach i systemach zintegrowanych

Kod archiwizacji:

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Wiedza z zakresu przedmiotu "Procesy cieplne"
- 2 Wiedza z zakresu przedmiotu "Odnawialne źródła energii"

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna i rozumie sposoby działania zintegrowanych systemów grzewczych zawierających w swym składzie urządzenia wykorzystujące różne nośniki energii odnawialnych

**EK2 Wiedza** Zna możliwe rozwiązania instalacji zintegrowanymi z kolektorami słonecznymi

**EK3 Wiedza** Zna aspekty ekologiczne i ekonomiczne stosowania systemów zintegrowanych

**EK4 Kompetencje społeczne** Ma świadomość pozytywnych skutków działania systemów zintegrowanych

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |  |                  |
|------------|--|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Wiadomości wstępne. Wymogi stawiane do prezentacji. Rozdanie tematów prezentacji do przygotowania przez studentów. | 2                |
| S2         | Prezentowanie przez studentów referatów z przydzielonych im tematów.   | 13               |

| WYKŁADY |  |                  |
|---------|--|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Systemy zintegrowane - wprowadzenie  | 6                |
| W2      | Możliwe rozwiązania instalacji z kolektorami słonecznymi do wytwarzania ciepłej wody użytkowej | 2                |
| W3      | System kolektor słoneczny - kocioł gazowy  | 1                |
| W4      | System kolektor słoneczny - kocioł na biomasę  | 1                |
| W5      | System kolektor słoneczny - pompa ciepła - kocioł na biomasę                                   | 2                |
| W6      | Sterowanie systemami zintegrowanymi  | 2                |
| W7      | Aspekty ekologiczne i ekonomiczne stosowania systemów zintegrowanych                           | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Dyskusja

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 15  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Wygłoszenie prezentacji z podjętego tematu

F2 Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie pisemne

P2 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

|                     |
|---------------------|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |
|---------------------|

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | mniej niż 50% (procent opanowanego materiału) |
| NA OCENĘ 3.0        | 50-60% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 3.5        | 61-70% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.0        | 71-80% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.5        | 81-90% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 5.0        | 91-100% (procent opanowanego materiału)       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | mniej niż 50% (procent opanowanego materiału) |
| NA OCENĘ 3.0        | 50-60% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 3.5        | 61-70% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.0        | 71-80% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.5        | 81-90% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 5.0        | 91-100% (procent opanowanego materiału)       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | mniej niż 50% (procent opanowanego materiału) |
| NA OCENĘ 3.0        | 50-60% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 3.5        | 61-70% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.0        | 71-80% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.5        | 81-90% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 5.0        | 91-100% (procent opanowanego materiału)       |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | mniej niż 50% (procent opanowanego materiału) |
| NA OCENĘ 3.0        | 50-60% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 3.5        | 61-70% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.0        | 71-80% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 4.5        | 81-90% (procent opanowanego materiału)        |
| NA OCENĘ 5.0        | 91-100% (procent opanowanego materiału)       |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE          | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|----------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W11 b   | Cel 1           | S2 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 W7 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK2               | K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W11 b   | Cel 1           | S2 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 W7 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               | K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W09<br>K2_W11 b   | Cel 1           | S2 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 W7 | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | K2_K01<br>K2_K02<br>K2_K03   | Cel 1           | S2                         | N2 N3 N4              | F1 F2 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **John A. Duffie, Wiliam A. Beckman** — *Solar engineering of thermal processes*, New Jersey, 2020, John Wiley & Sons
- [2 ] **Mirosław Zawadzki** — *Kolektory słoneczne, pompy ciepła - na tak*, Warszawa, 2003, Oficyna wydawnicza firmy Polska Ekologia Sp. z o.o.
- [3 ] **Aneta Głuszek, Sebastian Pater, Krzysztof Neupauer** — *Odnawialne Źródła Energii Ćwiczenia laboratoryjne*, Kraków, 2014, Wydawnictwo PK

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Krzysztof Neupauer (kontakt: [krzysztof.neupauer@pk.edu.pl](mailto:krzysztof.neupauer@pk.edu.pl))



## OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Krzysztof Neupauer (kontakt: krzysztof.neupauer@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                            |
|---|----------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Procesy oczyszczania gazów |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Gas purification processes |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D6 22/23  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                       |
| SEMESTRY                                | 2                          |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poszerzenie wiadomości z zakresu procesów oczyszczania gazów i aparatury chemicznej.

Kod archiwizacji:

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy fizykochemiczne oczyszczania gazów.

**EK2 Wiedza** Student zna metody oczyszczania gazów.

**EK3 Wiedza** Student zna budowę aparatów do oczyszczania gazów.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi zaproponować kolejność stosowanych metod w oczyszczaniu gazów

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Wprowadzenie do tematyki oczyszczania gazów. Procesy usuwania zanieczyszczeń stałych i gazowych z fazy gazowej. Budowa aparatury do oczyszczania gazów i schemat instalacji procesowej. | 2                |
| <b>S2</b>  | Prezentacje studenckie  | 13               |

#### 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 2   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 12  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>29</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Prezentacja

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Przedstawienie wybranego zagadnienia

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie materiału w zakresie 91-100%     |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W09<br>K2_W10 b<br>K2_W12 b         | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK2               | K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W09<br>K2_W12 b                     | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK3               | K2_W03<br>K2_W04<br>K2_W05<br>K2_W06<br>K2_W09<br>K2_W12 b                     | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |
| EK4               | K2_U01<br>K2_U02<br>K2_U03<br>K2_U05   | Cel 1           | S1 S2             | N1                    | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Zarzycki R., Wielgościński G., — *Technologie i procesy ochrony powietrza*, Warszawa, 2018, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2] Janka R.M., — *Zanieczyszczenia pyłowe i gazowe*, Warszawa, 2013, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [3] Kohl A.L., Nielsen R., — *Gas Purification*, Houston, 2009, Gulf Publishing Company
- [4] Warych J. — *Oczyszczanie gazów. Procesy i aparatura*, Warszawa, 1998, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Kuropka J., — *Technologie oczyszczania gazów z dwutlenku siarki i tlenków azotu*, Wrocław, 2012, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [2] Warych J., — *Proces oczyszczania gazów. Problemy projektowo-obliczeniowe*, Wrocław, 2000, OWPW

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Dawid Jankowski (kontakt: dawid.jankowski@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Dawid Jankowski (kontakt: dawid.jankowski@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody statystyczne w zarządzaniu jakością |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Statistical methods in quality management  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D7 22/23                  |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                                       |
| SEMESTRY                                | 2  |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z wybranymi procedurami statystycznymi wykorzystywanymi w badaniach związanych z zarządzaniem jakością.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw matematyki

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Charakteryzować podstawowe procedury statystyczne do opracowania wyników badań.

**EK2 Umiejętności** Prezentować graficznie wyniki badań.

**EK3 Umiejętności** Interpretować uzyskane z obliczeń statystycznych wyniki.

**EK4 Kompetencje społeczne** Dbać o właściwą kontrolę procesu w celu uzyskania produktu o dobrej jakości.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Podstawowe pojęcia związane z wykorzystaniem statystyki w zarządzaniu jakością.                       | 5                |
| <b>K2</b>                | Analiza Pareto-Lorenca.   | 2                |
| <b>K3</b>                | Statystyczne narzędzia zarządzania jakością. Analiza korelacji i regresji. Karty kontrolne Shewharda. | 8                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenia praktyczne

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### KRYTERIA OCENY

|                     |   |
|---------------------|---|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość zagadnień z zakresu tematycznego w stopniu podstawowym. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość zagadnień z zakresu tematycznego w stopniu podstawowym. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Znajomość zagadnień z zakresu tematycznego w stopniu podstawowym. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |

|              |   |
|--------------|---|
| NA OCENĘ 3.0 | Znajomość zagadnień z zakresu tematycznego w stopniu podstawowym. |
|--------------|---|

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W12 b   | Cel 1           | K1                | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK2               | K2_U07 b<br>K2_U09 b   | Cel 1           | K2 K3             | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK3               | K2_U07 b<br>K2_U09 b   | Cel 1           | K2 K3             | N1                    | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_K01   | Cel 1           | K1 K2 K3          | N1                    | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] **A.Hamrol** — *Zarządzanie jakością z przykładami*, Warszawa, 2009, PWN
- [2] **G.Kończak** — *Metody statystyczne w sterowaniu jakością produkcji*, Katowice, 2009, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach
- [3] **J.Sęp, R.Perłowski, A.Pacana** — *Techniki wspomaganie zarządzania jakością*, Rzeszów, 2006, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Beata Fryźlewicz-Kozak (kontakt: [beata.fryzlewicz-kozak@pk.edu.pl](mailto:beata.fryzlewicz-kozak@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Beata Fryźlewicz-Kozak (kontakt: [beata.fryzlewicz-kozak@pk.edu.pl](mailto:beata.fryzlewicz-kozak@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Niekonwencjonalne źródła energii |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Unconventional sources of energy |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D8 22/23        |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                             |
| SEMESTRY                                | 2                                |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie niekonwencjonalnych źródła energii

**Cel 2** Poznanie wad i zalet niekonwencjonalnych źródła energii

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student uzyskał uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie i szczegółową wiedzę w zakresie niekonwencjonalnych źródła energii

**EK2 Wiedza** Student uzyskał szczegółową wiedzę w zakresie technologii ochrony środowiska i technologii paliw

**EK3 Umiejętności** Student potrafi integrować uzyskane informacje ze źródeł literaturowych, interpretować je oraz wyciągać prawidłowe wnioski w zakresie niekonwencjonalnych źródła energii

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wykorzystywać nabytą wiedzę do krytycznej analizy i oceny sposobu funkcjonowania rozwiązań technicznych w zakresie niekonwencjonalnych źródła energii

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY |  |                  |
|---------|--|------------------|
| LP      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| W1      | Rys historyczny niekonwencjonalnych źródła energii. Podział i najważniejsze informacje dotyczące niekonwencjonalnych źródła energii.   | 1                |
| W2      | Energetyka jądrowa. Stan rozwoju energetyki jądrowej na świecie. Klasyfikacja i generacje reaktorów jądrowych. Podstawowe rodzaje reaktorów jądrowych i ich cechy bezpieczeństwa. Budowa, koncepcja i układy technologiczne podstawowych reaktorów jądrowych, konstrukcja elementów paliwowych i rdzenia. Parametry pracy reaktorów. Urządzenia i układy pomocnicze. Tematyka bezpieczeństwa energetyki jądrowej. Tendencje rozwojowe w energetyce jądrowej. | 8                |
| W3      | MHD - energia magneto-hydro-dynamiczna. Generator i napęd magnetohydrodynamiczny   | 2                |
| W4      | Gaz łupkowy występujący w formacjach łupkowych o niskiej przepuszczalności. Energia z piasków bitumicznych. Gaz zamknięty występujący w złożach piaskowcowych i węglanowych o niskiej przepuszczalności. Metan z pokładów węgla  | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Dyskusja

N2 Konsultacje

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Wykłady

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 4   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 2   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 9   |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>30</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5        | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0        | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5        | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0        | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |

|                            |  |
|----------------------------|--|
| NA OCENĘ 3.5               | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0               | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5               | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0               | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| <b>EFEKT KSZTAŁCENIA 3</b> |  |
| NA OCENĘ 2.0               | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0               | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5               | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0               | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5               | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0               | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| <b>EFEKT KSZTAŁCENIA 4</b> |  |
| NA OCENĘ 2.0               | Student poniżej 51% zna treści z danego efektu kształcenia.        |
| NA OCENĘ 3.0               | Student w przynajmniej 51% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 3.5               | Student w przynajmniej 61% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.0               | Student w przynajmniej 71% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 4.5               | Student w przynajmniej 81% zna treści z danego efektu kształcenia. |
| NA OCENĘ 5.0               | Student w przynajmniej 91% zna treści z danego efektu kształcenia. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W05   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK2               | K2_W04   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |
| EK3               | K2_U02   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK4               | K2_U11 b   | Cel 1 Cel 2     | W1 W2 W3 W4       | N1 N2 N3 N4           | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Kubowski J. — *Nowoczesne elektrownie jądrowe*, Warszawa, 2010, WNT
- [2 ] Kubowski J. — *Elektrownie jądrowe*, Warszawa, 2014, WNT
- [3 ] Młynarski T. — *Energetyka jądrowa*, Kraków, 2016, WUJ
- [4 ] Gronowicz J. — *Niekonwencjonalne źródła energii*, Radom, 2008, Wydaw. Inst. Technologii Eksploatacji-PIB

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sebastian Pater (kontakt: [sebastian.pater@pk.edu.pl](mailto:sebastian.pater@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Zasady modelowania procesów     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Principles of process modelling |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D9 22/23       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                            |
| SEMESTRY                                | 2                               |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15      | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie zasad tworzenia modeli matematycznych opisanych równaniami różniczkowymi cząstkowymi

**Cel 2** Badanie wpływu poszczególnych parametrów procesu na jego przebieg poprzez symulacje procesu oparta na jego modelu matematycznym

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Obliczenia symulacyjne procesów inżynierii chemicznej

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna zasady tworzenia modeli matematycznych procesów inżynierii chemicznej

**EK2 Umiejętności** Student potrafi przewidzieć jakościowo wpływ poszczególnych parametrów procesu na jego przebieg

**EK4 Umiejętności** Student potrafi utworzyć model matematyczny procesu inżynierii chemicznej

**EK5 Kompetencje społeczne** Student potrafi wykorzystać program komputerowy do analizy wpływu parametrów procesu na jego przebieg

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Modelowanie procesów inżynierii chemicznej. Zasady tworzenia modeli matematycznych. Korzyści wynikające z modelowania procesów. Modele procesów niustalonych o parametrach rozłożonych. Rozwiązywanie numeryczne równań różniczkowych czastkowych | 3                |
| <b>W2</b> | Analogia dyfuzji i przewodzenia ciepła. Zastosowanie zmiennych bezwymiarowych. Równanie Ficka-Fouriera. Rodzaje warunków brzegowych. Rozwiązania analityczne. Przykład obliczeniowy   | 4                |
| <b>W3</b> | Warunki brzegowe dla ciała półnieskonzonego. Metoda różnic skończonych. Schemat jawny i niejawny  | 2                |
| <b>W4</b> | Modelowanie adsorpcji w kolumnie. Równania bilansowe, równanie równowagi, równanie kinetyczne, warunki początkowe i brzegowe. Numeryczna metoda rozwiązania równana modelu  | 3                |
| <b>W5</b> | Modelowanie chromatograficznego rozdziału mieszanin. Warunki brzegowe. Metoda rozwiązania. Modelowanie wymienników masy z uwzględnieniem dyspersji wzdłużnej  | 3                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Rektyfikacja w kolumnie półkowej. Badanie wpływu natężenia przepływu surowca, składu surowca, współczynnika lotności mieszaniny, liczby powrotu oraz stanu cieplnego surowca na liczbę pól, wysokość i średnicę kolumny | 3                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K2</b>                | Nieustalone przewodzenie ciepła. Profile temperatur w płycie nieskończonej przy warunkach brzegowych pierwszego i trzeciego rodzaju. Czasowe przebiegi temperatur średnich i temperatury powierzchni płyty  | 4                |
| <b>K3</b>                | Przewodzenie ciepła w ciele półnieskończonym. Profile temperatur w gruncie przy okresowo zmiennej temperaturze powierzchni. Badanie wpływu warunków brzegowych, warunku początkowego i właściwości gruntu na czasowe przebiegi temperatur na różnych głębokościach pod powierzchnia Ziemi | 3                |
| <b>K4</b>                | Model matematyczny adsorpcji w kolumnie. Badanie wpływu prędkości gazu, kształtu izotermy adsorpcyjnej, współczynnika wnikania masy i współczynnika dyspersji wzdłużnej na czas przebiecia złoża oraz wykorzystanie pojemności adsorpcyjnej   | 3                |
| <b>K5</b>                | Model kolumny chromatograficznej. Badanie symulacyjne rozdziału mieszaniny wieloskładnikowej w kolumnie chromatograficznej. Wpływ wielkości próbki i długości kolumny na rozdział mieszaniny  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 30  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 5   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>50</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie poniżej 50% |
| NA OCENĘ 3.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 51-60%      |
| NA OCENĘ 3.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 61-70%      |
| NA OCENĘ 4.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie 71-80%      |
| NA OCENĘ 4.5        | Opanowanie całości materiału w zakresie 81-90%      |
| NA OCENĘ 5.0        | Opanowanie całości materiału w zakresie powyżej 90% |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                   | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W02<br>K2_W07   | Cel 1           | W1 W3 K1 K2<br>K3 K4 K5             | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK2               | K2_U07 b   | Cel 2           | W1 W2 W3 W4<br>W5 K1 K2 K3<br>K4 K5 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | K2_U07 b<br>K2_U13 b   | Cel 1           | W1 W2 K1 K2<br>K3 K4 K5             | N1 N2                 | F1            |
| EK5               | K2_K01   | Cel 2           | W1 W2 W4 W5<br>K2                   | N2                    | F1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Bruce A. Finlayson** — *Introduction to Chemical Engineering Computing*, , 2012, John Wiley & Sons, Inc.
- [2 ] **Z. Pakowski, M. Głębowski** — *Symulacja procesów inżynierii chemicznej*, Łódź, 2001, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej
- [3 ] **Christo Boyadjiev** — *Modeling and Simulation in Chemical Engineering*, , 2022, Springer

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: barbara.larwa@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Barbara Larwa (kontakt: barbara.larwa@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Materiały zmiennofazowe w OZE                                   |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Phase change materials integrated with renewable energy sources |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS D10 22/23                                      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                                      |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00  |
| SEMESTRY                                | 2   |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z materiałami zmiennofazowymi stosowanymi w instalacjach z OZE

**Cel 2** Zapoznanie się z przykładowymi zastosowaniami PCM w OZE

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Ukończenie Procesów cieplnych
- 2 Ukończenie Termodynamiki technicznej

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student potrafi publicznie zaprezentować materiał dotyczący wybranego zagadnienia z zakresu materiałów zmiennofazowych

**EK2 Wiedza** Student ma poszerzoną wiedzę z zakresu materiałów zmiennofazowych wykorzystywanych w instalacjach z OZE

**EK3 Umiejętności** Student potrafi samodzielnie przeprowadzić przegląd literaturowy i dokonać wyboru najistotniejszych informacji

**EK4 Umiejętności** Student potrafi dokonać oceny zebranego materiału i wyciągać wnioski.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Zastosowanie materiałów zmiennofazowych w budownictwie  | 6                |
| S2         | Zastosowanie materiałów zmiennofazowych do stabilizowania temperatury modułów fotowoltaicznych              | 3                |
| S3         | Zastosowanie materiałów zmiennofazowych do stabilizowania temperatury w zbiornikach na ciepłą wodę użytkową | 3                |
| S4         | Zastosowanie materiałów zmiennofazowych w podziemnych magazynach ciepłych                                   | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Dyskusja
- N2 Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>25</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 1.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Zaliczenie ustne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0        | Przegląd literaturowy jest niewystarczający. Słaby stopień opanowania omawianego materiału. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach   |
| NA OCENĘ 4.0        | Sposób wygłoszenia prezentacji nie budzi zastrzeżeń. Zadawalający stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Udział studenta w dyskusjach merytorycznych.                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Wysoki stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Trafny dobór literatury. Aktywny udział studenta w dyskusjach seminaryjnych. Student w sposób zrozumiały przedstawia materiał prezentacji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Przegląd literaturowy jest niewystarczający. Słaby stopień opanowania omawianego materiału. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 4.0        | Sposób wygłoszenia prezentacji nie budzi zastrzeżeń. Zadawalający stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Udział studenta w dyskusjach merytorycznych.                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Wysoki stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Trafny dobór literatury. Aktywny udział studenta w dyskusjach seminaryjnych. Student w sposób zrozumiały przedstawia materiał prezentacji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Przegląd literaturowy jest niewystarczający. Słaby stopień opanowania omawianego materiału. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach   |
| NA OCENĘ 4.0        | Sposób wygłoszenia prezentacji nie budzi zastrzeżeń. Zadawalający stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Udział studenta w dyskusjach merytorycznych.                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Wysoki stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Trafny dobór literatury. Aktywny udział studenta w dyskusjach seminaryjnych. Student w sposób zrozumiały przedstawia materiał prezentacji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Przegląd literaturowy jest niewystarczający. Słaby stopień opanowania omawianego materiału. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach   |
| NA OCENĘ 4.0        | Sposób wygłoszenia prezentacji nie budzi zastrzeżeń. Zadawalający stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Udział studenta w dyskusjach merytorycznych.                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Wysoki stopień zaznajomienia się z przedstawianym materiałem. Trafny dobór literatury. Aktywny udział studenta w dyskusjach seminaryjnych. Student w sposób zrozumiały przedstawia materiał prezentacji. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_U04   | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4       | N1 N2                 | P1            |
| EK2               | K2_W05   | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4       | N1 N2                 | P1            |
| EK3               | K2_U01   | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4       | N1 N2                 | P1            |
| EK4               | K2_U01   | Cel 1 Cel 2     | S1 S2 S3 S4       | N1 N2                 | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Simone Raoux, Matthias Wuttig** — *Phase Change Materials*, , 2008, Springer-Verlag New York Inc.
- [2 ] — *Advanced Phase Change Materials for Thermal Storage*, , 2021, MDPI AG
- [3 ] **Delgado, Joo** — *Thermal Energy Storage with Phase Change Materials*, , 2018, Springer-Verlag GmbH

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Barbara Larwa (kontakt: [barbara.larwa@pk.edu.pl](mailto:barbara.larwa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Seminarium dyplomowe            |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Diploma seminar                 |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS E1 22/23       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty związane z dyplomami |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                            |
| SEMESTRY                                | 3                               |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 3       | 0       | 0         | 0            | 0                                | 0       | 15         |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów ze sposobem przygotowania, zakresem merytorycznym i redakcją pracy dyplomowej.

**Cel 2** Bieżące konsultacje i dyskusja w grupie studenckiej na tematy merytorycznie związane z pracami dyplomowymi oraz opanowanie zasad prezentacji wyników badań własnych.

**Cel 3** Przygotowanie studentów do obrony pracy dyplomowej.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczenie wszystkich przedmiotów przewidzianych do realizacji w pierwszych dwóch semestrach studiów magisterskich.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Umiejętność przeprowadzania samodzielnych studiów literaturowych, oceny i integracji zebranych danych i wyciągania merytorycznych wniosków związanych z realizacją własnej pracy dyplomowej.

**EK2 Umiejętności** Umiejętność planowania badań, modyfikacji lub projektowania stanowiska badawczego oraz umiejętność prowadzenia prac eksperymentalnych lub teoretycznych odpowiadających tematyce pracy dyplomowej.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność wyciągania wniosków poznawczych, ich interpretacji, systematycznego opracowania wyników i sporządzania raportów ze swoich badań, służących jako podstawa do publikacji naukowych.

**EK4 Umiejętności** Umiejętność redakcji pracy dyplomowej oraz publicznej prezentacji wyników badań własnych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |   |                  |
|------------|---|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| S1         | Omówienie formalnych wymagań związanych z realizacją pracy dyplomowej i z jej opracowaniem redakcyjnym.     | 2                |
| S2         | Bieżące konsultacje z zakresu: studiów literaturowych, planowania badań, dyskusji wyników i redakcji pracy. | 3                |
| S3         | Prezentacje efektów cząstkowych i podsumowujących z zakresu badań własnych i dyskusja w grupie studenckiej. | 10               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

**N2** Dyskusja

**N3** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 15  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10  |
| Opracowanie wyników  | 10  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 15  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>50</b>   |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 2.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Odpowiedź ustna

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 3.0        | Poprawna realizacja wykonywanych zadań w ramach pracy dyplomowej, lecz przy bardzo niskim stopniu samodzielności studenta. Częstkowe, niewystarczające studia literaturowe. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Poprawna realizacja wykonywanych zadań w ramach pracy dyplomowej, lecz przy bardzo niskim stopniu samodzielności studenta. Częstkowe, niewystarczające studia literaturowe. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 3.0        | Poprawna realizacja wykonywanych zadań w ramach pracy dyplomowej, lecz przy bardzo niskim stopniu samodzielności studenta. Częstkowe, niewystarczające studia literaturowe. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |

|              |   |
|--------------|---|
| NA OCENĘ 3.0 | Poprawna realizacja wykonywanych zadań w ramach pracy dyplomowej, lecz przy bardzo niskim stopniu samodzielności studenta. Częstkowe, niewystarczające studia literaturowe. Bardzo słaba aktywność studenta na seminariach. |
|--------------|---|

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_U01<br>K2_U05   | Cel 2                | S2 S3             | N1 N2 N3              | P1            |
| EK2               | K2_U09 b<br>K2_U10 b   | Cel 1 Cel 2          | S2 S3             | N1 N2 N3              | P1            |
| EK3               | K2_U01<br>K2_U03   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | S2 S3             | N1 N2 N3              | P1            |
| EK4               | K2_U03<br>K2_U04   | Cel 1 Cel 3          | S1 S3             | N1 N2 N3              | P1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] — *Literatura zaproponowana z przez promotora zgodna z tematyką pracy, , 0,*

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] — *Literatura zebrana przez studenta zgodna z tematyką pracy, , 0,*

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: [katarzyna.bizon@pk.edu.pl](mailto:katarzyna.bizon@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Inżynieria Chemiczna i Procesowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: I

Stopień studiów: II

Specjalności: Inżynieria Procesów Technologicznych, Inżynieria Odnawialnych Źródeł Energii

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |   |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Przygotowanie do pracy dyplomowej magisterskiej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Preparation for the master thesis               |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WITCh ICHIP oIIS E2 22/23                       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty związane z dyplomami                 |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 21.00   |
| SEMESTRY                                | 3   |

### 2 LICZBA GODZIN

| SEMESTR | LICZBA GODZIN |
|---------|---------------|
| 3       | 200.00        |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zweryfikowanie nabytej w trakcie studiów wiedzy i umiejętności przez samodzielne wykonanie pracy badawczej lub projektowej o charakterze technologiczno-procesowym oraz zaliczenie testu kompetencyjnego.

**Cel 2** Nabycie umiejętności samodzielnego opracowania wyników badań lub obliczeń inżynierskich w formie pracy dyplomowej magisterskiej.

**Cel 3** Opanowanie umiejętności publicznej prezentacji wyników z badań i opracowań własnych.

Kod archiwizacji:

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczenie wszystkich przedmiotów przewidzianych do realizacji w pierwszych dwóch semestrach studiów magisterskich.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Potrafi znaleźć źródła literaturowe dotyczące realizowanego tematu pracy oraz w sposób związany je opracować w formie części teoretycznej pracy dyplomowej magisterskiej.

**EK2 Umiejętności** Potrafi przygotować harmonogram prac i zaplanować eksperymenty potrzebne do realizacji tematu. Samodzielnie wykonuje zaplanowane zgodnie z tematem pracy doświadczenia, analizy, obliczenia i dokumentację technologiczno-procesową.

**EK3 Umiejętności** Potrafi opracować i przeanalizować wyniki przeprowadzonych badań w formie części doświadczalnej pracy dyplomowej magisterskiej. Na ich podstawie potrafi wyciągnąć właściwe wnioski.

**EK4 Kompetencje społeczne** Potrafi omówić w sposób związany wyniki badań własnych lub własnego opracowania projektowego wspomagając się samodzielnie przygotowaną prezentacją.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

### PRACA DYPLOMOWA

| LP  | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
|-----|--|------------------|
| PD1 | Zebranie danych literaturowych związanych z tematem pracy i ich opracowanie w formie części literaturowej pracy dyplomowej magisterskiej.                | 40               |
| PD2 | Przygotowanie harmonogramu prac i przeprowadzanie zaplanowanych eksperymentów, badań teoretycznych lub obliczeń projektowych zgodnie z założonym planem. | 120              |
| PD3 | Analiza uzyskanych wyników i ich opracowanie w formie części doświadczalnej lub projektowej pracy dyplomowej magisterskiej.                              | 40               |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia laboratoryjne lub projektowe

N2 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 0   |
| Konsultacje przedmiotowe   | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 19  |
| test kompetencyjny   | 1   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 40  |
| Opracowanie wyników  | 100   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 40  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>200</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 21.00   |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Wynik testu kompetencyjnego

F2 Ocena przygotowania przeglądu literaturowego pracy dyplomowej

F3 Ocena zaplanowania i wykonania części eksperymentalnej lub projektowej pracy dyplomowej

F4 Ocena opracowania uzyskanych wyników

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Ocena wystawiona przez promotora na podstawie ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Pozytywny wynik testu kompetencyjnego (>40%)

W2 Zaliczenie seminarium dyplomowego

W3 Pozytywna ocena podsumowująca

W4 Złożenie gotowej pracy dyplomowej w dziekanacie

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Wynik testu kompetencyjnego

**KRYTERIA OCENY**

|                     |  |
|---------------------|--|
| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Opracowanie w stopniu dostatecznym przeglądu literaturowego na podstawie samodzielnego doboru materiałów źródłowych. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Poprawne zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu lub wykonanie projektu.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Przygotowanie opracowania wyników w stopniu wystarczającym.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 3.0        | Poprawna interpretacja wyników.  |

**10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU**

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU      | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_U01   | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | PD1               | N1 N2                 | F2 P1         |
| EK2               | K2_W02<br>K2_U09 b<br>K2_U11 b<br>K2_U15 b                                     | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | PD2               | N1 N2                 | F3 P1         |
| EK3               | K2_U03<br>K2_U08 b<br>K2_U09 b<br>K2_U11 b<br>K2_U16 b                         | Cel 1 Cel 2<br>Cel 3 | PD3               | N1 N2                 | F4 P1         |
| EK4               | K2_U03<br>K2_U04<br>K2_K02   | Cel 3                | PD3               | N1 N2                 | F2 F3 F4 P1   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] — *Literatura zaproponowana przez promotora*, , 0,

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] — *Literatura zebrana przez studenta*, , 0,

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Katarzyna Bizon (kontakt: [katarzyna.bizon@pk.edu.pl](mailto:katarzyna.bizon@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)