

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

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, Inżynieria Procesów Biotechnologicznych, Inżynieria Procesów Technologicznych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	SI-2_07 - Przepływy wielofazowe
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WITCh ICHIP oIIS C11 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	1

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

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
1	30	15	0	0	15	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

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

**Cel 2** Przekazanie studentom wiedzy o procesach i typach aparatów w których występują przepływy wielofazowe oraz o ich przeznaczeniu.

- Cel 3** Zapoznanie studentów z metodyką obliczeń hydrodynamicznych aparatów przez które przepływają dwie lub więcej faz.
- Cel 4** Przekazanie studentom informacji o transporcie na duże odległości układów dwu i trójfazowych (transport hydrauliczny i pneumatyczny) z podaniem sposobów obliczania warunków zabezpieczających prawidłowy przebieg transportu.
- Cel 5** Zapoznanie studentów z zaletami i wadami rozwiązań technicznych prezentowanych na wykładach oraz z ewentualnymi zagrożeniami dla człowieka i środowiska i uświadomienie im konieczności dzielenia się ze społeczeństwem nabytą wiedzą.

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

- 1 Wiedza z zakresu przedmiotu "Procesy przepływowe"

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student zna i rozumie podstawowe prawa rządzące przepływami wielofazowymi.
- EK2 Wiedza** Student zdaje sobie sprawę z powodów realizowania wspólnego przelwywu dwóch lub więcej faz. Zna rodzaje urządzeń i aparatów do kontaktowania faz oraz ich przeznaczenie.
- EK3 Umiejętności** Student potrafi przeprowadzić obliczenia hydrodynamiczne aparatów kolumnowych (półkowe, z wypełnieniem, ze splywem cienkowarstewkowym, fluidyzacyjnych i fontannowych, ekstrakcyjnych, barbotażowych). potrafi też dokonać podstawowych obliczeń zapewniających ciągły przepływ w hydrotransporcie i w transporcie pneumatycznym.
- EK4 Wiedza** Student posiada podstawową wiedzę w zakresie teorii i możliwych zastosowań hydrotransportu i transportu pneumatycznego.
- EK5 Kompetencje społeczne** Student nabywa wiedzę o potrzebie przekazywania społeczeństwu części nabytej wiedzy odnośnie korzyści ze stosowania aparatów i urządzeń w których realizowane są przepływy wielofazowe ale także ewentualnych zagrożeń z ich strony dla człowieka i środowiska.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Przepływy typu gaz i gaz ciecz przez wypełnienie stacjonarne, obszary przepływu, spadek ciśnienia, saturacja cieczy w wypełnieniu	3
W2	Fluidyzacja gazowa, cieczowa, trójfazowa typu gaz-ciecz-ciało stałe, fontannowanie. Obszary pracy kolumn fluidyzacyjnych i fontannowych. Spadki ciśnienia w tego typu aparatach. Struktura strumieni wielofazowych, porowatość, powierzchnia kontaktu międzyfazowego, powierzchnia właściwa wypełnienia.	4
W3	Kontaktowanie faz w aparatach półkowych. Podstawy hydrauliki kolumn półkowych.	2
W4	Mieszaniny wielofazowe. Sposoby ich rozdziału. Aparaty i instalacje do rozdziału mieszanin wielofazowych.	3

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W5</b>	Przepływy dwufazowe typu gaz-ciecz lub para ciecz w przewodach pionowych i poziomych. Mapy przepływów: Bakera, Taitela i Duklera i inne. Umiejętność ich wykorzystania w obliczeniach przepływów dwufazowych.	3
<b>W6</b>	Barbotaż swobodny i łańcuchowy. Omówienie przybliżonej teorii barbotażu wg Van Krevelena. Zastosowania przemysłowe barbotażu.	2
<b>W7</b>	Przepływy typu ciecz-ciecz na przykładzie kolumn ekstrakcyjnych.	2
<b>W8</b>	Spływ cienkowarstewkowy cieczy po powierzchniach płaskich i zakrzywionych. Cienkowarstewkowy spływ cieczy z przeciwprądowym przepływem gazu. Aparaty do wymiany ciepła i masy wykorzystujące spływ cienkowarstewkowy.	3
<b>W9</b>	Zasady projektowania kolumn z wypełnieniem stacjonarnym i ruchomym (fluidalnym, fontannowym) oraz kolumn barbotażowych.	3
<b>W10</b>	Instalacje do transportu pneumatycznego i hydraulicznego. Zasady ich projektowania. Krótkie omówienia wad i zalet prezentowanych na wykładach rozwiązań technicznych ze zwróceniem uwagi na ewentualne zagrożenia dla człowieka i środowiska.	3
<b>W11</b>	Podsumowanie cyklu wykładów, uwagi, pytania i propozycje słuchaczy do sposobu prowadzenia przedmiotu.	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Obliczenia spadków ciśnienia i prędkości zachłystywnia dla kilku wybranych wysokosprawnych wypełnień zraszanych i porównanie uzyskanych wyników z oporami przepływu na warstwie pierścieni Raschiga.	7
<b>P2</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. Zaliczenie projektów.	8

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Obliczanie oporów przepływu na wypełnieniach stacjonarnym różnych typów dla przypadków: przepływu tylko fazy gazowej i dla przepływu fazy gazowej i ciekłej w przeciwprądzie. Obliczanie prędkości zachłystywnia.	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C2</b>	Hydrodynamiczne obliczenia kolumny fluidyzacyjnej.	2
<b>C3</b>	Przykłady obliczeń aparatów do oddzielania cząstek ciała stałego od cieczy i gazów (hydrocyklon, osadnik strumieniowy, cyklon).	2
<b>C4</b>	Praktyczne wykorzystanie map przepływów w obliczeniach przepływów dwufazowych gaz - ciecz lub para - ciecz.	2
<b>C5</b>	Zadania z zakresu barbotażu (średnica pęcherzy gazowych, ich predkość wznoszenia, wydatek krytyczny, zdefiniowania rodzaju barbotażu - łańcuchowy, swobodny, buźliwy, laminarny).	2
<b>C6</b>	Przykład obliczeniowy kolumny ekstrakcyjnej. Przykład obliczeniowy z zakresu spływu cienkowarstewkowego.	2
<b>C7</b>	Obliczanie strat ciśnienia w transporcie hydraulicznym i pneumatycznym w turociągach pionowych i poziomych.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia projektowe

**N4** Zadania tablicowe

**N5** 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	0
Konsultacje przedmiotowe	12
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	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Odpowiedź ustna

F3 Projekt indywidualny

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

P2 Egzamin pisemny

P3 Egzamin ustny

### 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 50 do 59%
NA OCENĘ 3.5	Opanowanie materiału w zakresie 60 do 69%
NA OCENĘ 4.0	Opanowanie materiału w zakresie 70 do 79%
NA OCENĘ 4.5	Opanowanie materiału w zakresie 80 do 89%
NA OCENĘ 5.0	Opanowanie materiału w zakresie powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Opanowanie materiału w zakresie do 50%
NA OCENĘ 3.0	Opanowanie materiału w zakresie 50 do 59%
NA OCENĘ 3.5	Opanowanie materiału w zakresie 60 do 69%
NA OCENĘ 4.0	Opanowanie materiału w zakresie 70 do 79%
NA OCENĘ 4.5	Opanowanie materiału w zakresie 80 do 89%
NA OCENĘ 5.0	Opanowanie materiału w zakresie powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie poniżej 50%
NA OCENĘ 3.0	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie 50 do 59%
NA OCENĘ 3.5	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie 60 do 69%
NA OCENĘ 4.0	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie 70 do 79%
NA OCENĘ 4.5	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie 80 do 89%
NA OCENĘ 5.0	Wykonanie i oddanie projektu i wykazanie umiejętności rozwiązywania przykładów obliczeniowych w zakresie powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Opanowanie materiału w zakresie do 50%
NA OCENĘ 3.0	Opanowanie materiału w zakresie 50 do 59%
NA OCENĘ 3.5	Opanowanie materiału w zakresie 60 do 69%
NA OCENĘ 4.0	Opanowanie materiału w zakresie 70 do 79%

NA OCENĘ 4.5	Opanowanie materiału w zakresie 80 do 89%
NA OCENĘ 5.0	Opanowanie materiału w zakresie powyżej 90%
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Student dostrzega pozytywne strony stosowania urządzeń i aparatury w których występują przepływy wielofazowe, zdaje sobie też sprawę z ewentualnych zagrożeń ale brak mu szczegółowej wiedzy w tym zakresie.
NA OCENĘ 4.0	Student ma zadowalającą wiedzę na temat pozytywnych efektów stosowania urządzeń w których realizowane są przepływy wielofazowe, orientuje się też w zadowalającym stopniu w temacie zagrożeń ze strony niektórych rozwiązań technicznych dla ludzi i środowiska.
NA OCENĘ 5.0	Student umie wyjaśnić wszystkie pozytywne skutki dla gospodarki i człowieka funkcjonowania urządzeń i aparatów w których realizowane są przepływy wielofazowe, zna również doskonale ewentualne zagrożenia z ich strony dla człowieka i środowiska.

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W01 K_W05	Cel 1	P1 C1	N1 N4 N5	F1 F2
EK2	K_W05 K_W08 K_W11	Cel 2	W8 P1 C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7	N1 N2 N4	F1 F2 P2 P3
EK3	K_U01 K_U08 K_U09 K_U12 K_U13	Cel 3	W9 P1 P2 C2 C3 C4 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P2 P3
EK4	K_W03 K_W07	Cel 4	W10	N1 N2 N4	F1 P2 P3
EK5	K_K02	Cel 5	W10	N1	F1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Z.Kembłowski, S.Michałowski, Cz. Strumiłło, R. Zarzycki** — *Podstawy teoretyczne inżynierii chemicznej i procesowej*, Warszawa, 1985, WNT
- [2 ] **I.K. Doraiswamy, A.S. Mujumdar** — *Transport in Fluidized Particle Systems*, Amsterdam, 1998, Elsevier
- [3 ] **A.Cayode Coker** — *Ludwig's Applied process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, Amsterdam, 2010, Elsevier
- [4 ] **M.Dziubiński** — *Hydrodynamika przepływu mieszanin dwufazowych ciecz-gaz*, Łódź, 2005, Wyd. Politechniki Łódzkiej
- [5 ] **J.Polarski** — *Hydrotransport*, Warszawa, 1982, WNT

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Aleksander Pabiś (kontakt: [apabis@chemia.pk.edu.pl](mailto:apabis@chemia.pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż Aleksander Pabiś (kontakt: [apabis@chemia.pk.edu.pl](mailto:apabis@chemia.pk.edu.pl))

2 dr inż Krzysztof Neupauer (kontakt: [kneupauer@chemia.pk.edu.pl](mailto:kneupauer@chemia.pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....