# Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

# Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Bezpieczeństwa | Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: niestacjonarne | Kod kierunku: B

Stopień studiów: I

Specjalności: bez specjalności

## 1 Informacje o przedmiocie

| | |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu | Wymiana masy, pędu i ciepła |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Momentum, Mass, & Heat Transfer |
| Kod przedmiotu | WM IBEZP oIN C10 19/20 |
| Kategoria przedmiotu | Przedmioty specjalnościowe |
| Liczba punktów ECTS | 6.00 |
| Semestry | 5 |

## 2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

| Semestr | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Laboratorium komputerowe | Projekt | Seminarium |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 18 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 |

## 3 Cele przedmiotu

**Cel 1** Zapoznanie się z podstawowymi zagadnieniami wymiany pędu, masy i wymiany ciepła

# 4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

**1** Wiedza z zakresu termodynamiki i podstaw wymiany ciepła

# 5 Efekty kształcenia

**EK1 Wiedza** Wiedza z zakresu podstaw procesów zachodzących w filtrach próżniowych, ciśnieniowych, w prasach filtracyjnych i wirówkach

**EK2 Wiedza** Wiedza z zakresu określania jednorodności układów mieszanych i efektywności mieszania

**EK3 Umiejętności** Potrafi zapisać bilans ciepła dla układu powierzchni wymieniających energię przez promieniowanie

**EK4 Umiejętności** Posiada umiejętność matematycznego opisu adiabatycznego nawilżania i suszenia powietrza

# 6 Treści programowe

| Laboratorium | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **L1** | Stopień rozdrobnienia w łamaczu szczękowym. Filtr bębnowy próżniowy.<br>Mieszanie cieczy. Hydraulika kolumn z wypełnieniem. Wyznaczenie współczynnika przenikania ciepła w wymienniku płaszczowo-rurowym. | 9 |

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |

| Wykład | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **W1** | Procesy podstawowe i jednostkowe. Transport hydrauliczny i pneumatyczny. Ekonomiczna średnica przewodu. Prędkość zawisania i prędkość płynu konieczna do transportowania cząstek. Opory przepływu w transporcie pionowym i poziomym. Wielkości opisujące mieszaniny wielofazowe. Podstawy przepływu płynu przez złoże porowate. Ruch cząstek w płynie. Opadanie grawitacyjne, sedymentacja. Podstawy procesów zachodzących w filtrach próżniowych, ciśnieniowych, w prasach filtracyjnych, wirówkach i hydrocyklonach. Podstawy procesów mieszania. Moc mieszania, jednorodność układów mieszanych, efektywność mieszania. Ruch ciepła przez przewodzenie i wnikanie. Wnikanie ciepła przy opływie ciał. Wnikanie ciepła przy przepływie w przewodach: przepływ laminarny i burzliwy. Konwekcja naturalna. Wrzenie i kondensacja. Kryzys wrzenia. Przenikanie ciepła przez przegrody. Średnia logarytmiczna różnica temperatur. Radiacyjne właściwości powierzchni. Efekt cieplarniany. Powierzchnie selektywnie pochłaniające i odbijające promieniowanie. Promieniowanie słoneczne: bezpośrednie i rozproszone. Stała słoneczna. Równania bilansu ciepła dla układu powierzchni wymieniających energię przez promieniowanie. Metoda analogii elektrycznej. Promieniowanie gazów i par. Nieustalone przewodzenie ciepła w półprzestrzeni oraz w ciałach o prostych kształtach. Procesy cieplne w regeneratorach. Procesy wymiany masy w kolumnach destylacyjnych. Przenikanie masy między dwoma fazami. Prawo Daltona. Absorpcja. Prawo Henryego i Raulta. Procesy wymiany masy w absorberach. Podstawy adiabatycznego nawilżania i suszenia powietrza. Suszenie izotermiczne. Chłodzenie gorącej wody w wieżach. | 18 |

| Ćwiczenia | | |
|---|---|---|
| Lp | Tematyka zajęć<br>Opis szczegółowy bloków tematycznych | Liczba godzin |
| **C1** | Przykłady i zadania z zakresu obliczeń procesów wymiany masy, pędu i ciepła. Wyznaczanie oporów przepływu w transporcie pionowym i poziomym. Wyznaczanie oporów przepływu przez warstwę wypełnienia. Określanie charakteru wymiany ciepła. Wyznaczanie współczynników wnikania i przenikania ciepła. Określenie wpływu osadzania kamienia kotłowego na zmniejszenie współczynnika przenikania ciepła. Sposoby intensyfikacji wymiany ciepła. Wyznaczanie strumienia ciepła przekazywanego przez promieniowanie. Obliczenia przeponowych wymienników ciepła i wymienników masy. | 9 |

# 7 Narzędzia dydaktyczne

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Zadania tablicowe

**N4** Ćwiczenia laboratoryjne

# 8 Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| **Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:** | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 36 |
| Konsultacje przedmiotowe | 15 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 15 |
| **Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:** | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 25 |
| Opracowanie wyników | 15 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 15 |
| **Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta** | **121** |
| Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu | 6.00 |

# 9 Sposoby oceny

### Ocena formująca

**F1** Kolokwium

**F2** Ćwiczenie praktyczne

**F3** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### Ocena podsumowująca

**P1** Średnia ważona ocen formujących

## Kryteria oceny

| Efekt kształcenia 1 | |
|---|---|
| Na ocenę 3.0 | Potrafi określić czas, w ciągu którego nastąpi żądane obniżenie poziomu cieczy w filtrze |
| Efekt kształcenia 2 | |
| Na ocenę 3.0 | Potrafi określić istotne parametry wpływające na moc mieszania |
| Efekt kształcenia 3 | |
| Na ocenę 3.0 | Potrafi podać radiacyjne właściwości powierzchni |

| Efekt kształcenia 4 | |
|---|---|
| Na ocenę 3.0 | Posiada umiejętność opisu procesu chłodzenie gorącej wody w wieżach |

## 10 Macierz realizacji przedmiotu

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu | Cele przedmiotu | Treści programowe | Narzędzia dydaktyczne | Sposoby oceny |
|---|---|---|---|---|---|
| EK1 | M1_W13<br>M1_W19<br>M1_K05 | Cel 1 | W1 C1 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |
| EK2 | M1_W13<br>M1_W19<br>M1_K05 | Cel 1 | L1 W1 C1 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 F3 P1 |
| EK3 | M1_W13<br>M1_W19 | Cel 1 | L1 W1 C1 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 F3 P1 |
| EK4 | M1_W13<br>M1_W19 | Cel 1 | W1 C1 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |

## 11 Wykaz literatury

### Literatura podstawowa

**[1 ] Zarzycki R.** — *Wymiana Ciepła i Masy w Inzynierii Srodowiska*, Warszawa, 2005, WNT

**[2 ] Serwiński M.** — *Zasady inżynierii chemicznej*, Warszawa, 1976, WNT

### Literatura uzupełniająca

**[1 ] Hobler T.** — *Ruch ciepła i wymienniki*, Warszawa, 1959, WNT

## 12 Informacje o nauczycielach akademickich

### Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Piotr, Jakub Duda (kontakt: piotr.duda@pk.edu.pl)

### Osoby prowadzące przedmiot

**1** mgr inż. Monika Osika (kontakt: monika.osika@pk.edu.pl)

**2** mgr inż. Katarzyna Kocewiak (kontakt: katarzyna.kocewiak@pk.edu.pl)

**3** mgr inż. Aneta Celarek-Kobyłczyk (kontakt: acelarek@pk.edu.pl)

## 13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

**Przyjmuję do realizacji** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .