**Nazwa przedmiotu:**

Przepływy płynów i mieszanin wielofazowych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. / Sławomir Alabrudziński / adiunkt

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MN2A\_09

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 10, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 5, przygotowanie do zaliczenia - 15, razem - 30; Laboratoria: liczba godzin według planu studiów - 20, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 15, opracowanie wyników - 10, napisanie sprawozdania - 15, przygotowanie do zajęć - 20, razem - 80; Razem - 110

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

Wykłady - 10 h; Laboratoria - 20 h; Razem - 30 h = 1 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 150h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 300h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

Wykład: min. 15; Laboratoria: 8 - 12

**Cel przedmiotu:**

Celem nauczania przedmiotu jest uzyskanie wiedzy na temat zagadnień przepływowych mechaniki płynów związanych z urządzeniami i aparatami oraz poznanie podstawowych pojęć, zjawisk i praw, rządzących przepływem mieszanin wielofazowych, a także nabycie umiejętności stosowania tej wiedzy w projektowaniu i użytkowaniu tych urządzeń i aparatów mechanicznych.

**Treści kształcenia:**

W1 - Podstawowe definicje, pojęcia i zależności przepływów dwu- i wielofazowych. W2 - Podstawy teoretyczne wybranych przepływomierzy. W3 - Metody pomiarowe udziału faz i struktury przepływu. W4 - Przepływ przez kanały zamknięte i pęki rur. W5 - Ciecze nienewtonowskie, modele teoretyczne. W6 - Przepływy uwarstwione. Spływ filmu swobodnego, falowanie powierzchni filmu, minimalne zraszanie. W7 - Przepływ pęcherzy, ich formowanie się i prędkość wznoszenia. W8 - Rozpylanie cieczy: charakterystyczne zjawiska, ruch kropli i kropel. W9 - Struktury przepływów dwufazowych w kanałach poziomych i pionowych oraz udziały faz. Opory przepływu mieszanin dwufazowych. Metoda Lockharta-Martinellego. W10 - Przepływ mieszanin płynu i ciał stałych, zjawiska charakterystyczne. Transport fazy stałej w przewodach: pneumatyczny i hydrauliczny.
L1 - Pomiary przepływu wody. L2 - Pomiar własności reologicznych płynów nienewtonowskich. L3 - Wyznaczanie oporów przepływu gazu przez kolumnę z wypełnieniem. L4 - Pomiar koncentracji cząstek stałych za pomocą zwężki mierniczej w transporcie hydraulicznym. L5 - Badanie równomierności rozpylania cieczy. L6 - Przepływ dwufazowy cieczy i gazu w rurze poziomej. L7 - Przepływ dwufazowy w rurze pionowej cieczy i gazu współprądowy w górę oraz przeciwprądowy. L8 - Przepływ dwufazowy w rurze pionowej cieczy i gazu współprądowy w dół. L9 - Pomiar efektywności zbierania adhezyjnego z odbiorem nadwodnym. L10 - Pomiar efektywności zbierania adhezyjnego z odbiorem podwodnym. L11 - Badanie przepływu pęcherzy. L12 - Spływ filmowy cieczy. L13 - Wyznaczanie oporów przepływu przez wymienniki ciepła.

**Metody oceny:**

Obecność studentów jest obowiązkowa na zajęciach laboratoryjnych, a na wykładach wskazana.
Sposób bieżącej kontroli wyników nauczania:
Laboratorium – przed każdym ćwiczeniem krótki (pisemny lub ustny) sprawdzian wiadomości, a po ćwiczeniu (lub na kolejnych zajęciach) złożenie i zaliczenie sprawozdania. Wszystkie wejściówki i sprawozdania muszą być zaliczone. W jednym terminie poprawkowym można zaliczyć zaległe ćwiczenia.
Warunki zaliczenia przedmiotu: Forma zaliczenia – zaliczenie. Ocena końcowa obliczana jest jako średnia arytmetyczna ocen z wykładu i laboratorium. Wszystkie oceny cząstkowe muszą być pozytywne.
Zaliczenie wykładu: Sprawdzian pisemny w połowie semestru i na ostatnim wykładzie (dokładne terminy będą podane na pierwszych zajęciach). Wszystkie sprawdziany muszą być zaliczone z wynikiem pozytywnym.
Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych: Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ze wszystkich ocen cząstkowych z bieżącej kontroli wyników nauczania. Wszystkie sprawdziany muszą być zaliczone z wynikiem pozytywnym.
Warunki szczegółowe zaliczenia zajęć laboratoryjnych zawarte są w „Regulaminie zajęć laboratoryjnych prowadzonych w Zakładzie Aparatury Przemysłowej”, który przekazywany jest studentom na pierwszych zajęciach.
Nadrzędnym do regulaminu zaliczania przedmiotu jest „Regulamin Studiów w Politechnice Warszawskiej”, z którym student ma obowiązek być zaznajomionym i w oparciu o który należy rozwiązywać wszystkie niejasności.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Wykaz literatury podstawowej
1. Dziubiński M., Prywer J.: Mechanika płynów dwufazowych, WNT Warszawa 2010. 2. Matras Zb.: Podstawy mechaniki płynów i dynamiki przepływów cieczy nienewtonowskich. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej Kraków 2006. 3. Dziubiński M.: Hydrodynamika przepływu mieszanin dwufazowych ciecz-gaz. WPŁ Łódź 2005. 4. Orzechowski Z., Prywer J.: Rozpylanie cieczy. Wyd. 2, WNT Warszawa 1991.
5. Orzechowski Z.: Przepływy dwufazowe – jednowymiarowe ustalone adiabatyczne. PWN Warszawa 1990. 6. Praca zbiorowa pod red. Dziubiński M., Rzyski E.: Ćwiczenia laboratoryjne z inżynierii procesowej. WPŁ Łódź 2000.
Wykaz literatury uzupełniającej
1. Jankowski Zb., Kurpisz Ł.: Obliczenia hydrauliczne wymienników ciepła. WPW Warszawa 1981. 2. Skoczylas A.: Hydrodynamika i wnikanie ciepła w wymiennikach cienkowarstewkowych, wąskoszczelinowych i skrobakowych. OW Politechniki Wrocławskiej Wrocław 2001.

**Witryna www przedmiotu:**

http://salabrudzinski.pw.plock.pl/dydaktyka/ppimw\_n/

**Uwagi:**

Przedmiot ma charakter poznawczo-praktyczny, a treści laboratoriów i wykładu uzupełniają się wzajemnie, co umożliwia optymalne przyswojenie wiedzy i dialog ze studentami.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W03\_01:**

 Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie przepływów płynów i mieszanin wielofazowych, niezbędną do zrozumienia sposobu funkcjonowania wielu istotnych aparatów przemysłowych, a także specyfiki (również korzyści i zagrożeń) takich przepływów w porównaniu do posiadanych już wiadomości np. z zakresu mechaniki płynów.

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu zaliczeniowego, sprawdzianów pisemnych w ramach zajęć laboratoryjnych, konsultacje ze studentami (W1 - W10, L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_W03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03

**Efekt W03\_02:**

 Ma uporządkowaną wiedzę m.in. w zakresie przepływomierzy, wybranych innych przyrządów i metod pomiarowych z dziedziny przepływów płynów i mieszanin wielofazowych.

Weryfikacja:

Ocena poprawności wykonania ćwiczeń laboratoryjnych wymagających używania przyrządów i znajomości metod pomiarowych, jak również sprawdzian zaliczeniowy (W1 - W10, L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_W03\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03

**Efekt W04\_03:**

 Ma wiedzę z zakresu przygotowania i przeprowadzania badań naukowych, przydatną do formułowania problemów badawczych związanych z eksploatacją wybranych urządzeń w których występują przepływy płynów i mieszanin wielofazowych.

Weryfikacja:

Ocena wiadomości i podejścia do problemu badawczego inicjowanego w ramach zajęć laboratoryjnych i rozwiązania tego problemu (W1 - W10, L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_W04\_03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01\_01:**

 Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, internetu i innych źródeł także obcojęzycznych; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz w sposób jasny i czytelny formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.

Weryfikacja:

Ocena sprawdzianu zaliczeniowego oraz sprawdzianów pisemnych sprawdzających przygotowanie do zajęć laboratoryjnych (W1 - W10, L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_U01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01

**Efekt U08\_01:**

 Potrafi zaplanować i wykonać eksperymentalne badania laboratoryjne z wykorzystaniem istniejącego stanowiska dydaktycznego, związane z budową i funkcjonowaniem aparatów przemysłu chemicznego i spożywczego, w których występuję przepływy płynów i mieszanin wielofazowych, oraz opracować i zinterpretować ich wyniki, wyciągnąć wnioski oraz porównać z informacjami, zdobytymi w ramach innych przedmiotów.

Weryfikacja:

Ocena sprawozdań laboratoryjnych (L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_U08\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08

**Efekt U15\_01:**

Potrafi dokonać krytycznej analizy konstrukcji i sposobu funkcjonowania istniejących urządzeń i przyrządów oraz dokonać ich oceny ze względu na kryteria techniczne, ekonomiczne i użytkowe.

Weryfikacja:

Ocena poprawności wnioskowania i zapisu wniosków w sprawozdaniu laboratoryjnym (L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_U15\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U15

**Efekt U18\_01:**

 Potrafi ocenić przydatność, wybrać i wykorzystać odpowiednie metody i narzędzia do rozwiązywania zadania inżynierskiego z zakresu przepływów wielofazowych, istotnego dla projektowania i eksploatacji aparatury.

Weryfikacja:

Ocena sposobu wnioskowania i rozumowania zastosowanego przy rozwiązywaniu problemów stawianych w ramach zajęć laboratoryjnych. Konsultacje poprawności wykonania przykładowych zadań proponowanych w trakcie wykładu (W1 - W10, L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_U18\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U18

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K06\_01:**

 Potrafi myśleć i działać w zespole w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.

Weryfikacja:

Ocena poprawności wykonania ćwiczeń laboratoryjnych wymagających współpracy i kreatywnego myślenia oraz działań studentów w trakcie tych zajęć (L1 - L13).

**Powiązane efekty kierunkowe:** M2A\_K06\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K06