**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika płynów

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. / Witold Suchecki / adiunkt

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

MS1A\_05

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Wykłady: liczba godzin według planu studiów - 15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 18, przygotowanie do egzaminu - 20, razem - 53; Ćwiczenia: liczba godzin według planu studiów - 15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 5, przygotowanie do kolokwium - 10, razem - 30; Laboratoria: liczba godzin według planu studiów - 15, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 15, opracowanie wyników - 15, napisanie sprawozdania - 15, razem - 60; Razem - 143

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

Wykłady - 15 h, Ćwiczenia - 15 h, Laboratoria - 15 h, Razem - 45 h = 1,8 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

Wykład: min. 15; Ćwiczenia: 20 - 30; Laboratoria: 8 - 12

**Cel przedmiotu:**

Celem nauczania w przedmiocie jest uzyskanie przez studenta podstawowej wiedzy z mechaniki płynów, ukierunkowanej na zastosowania inżynierskie.
Zakres tematyczny zajęć umożliwia poznanie i zrozumienie podstawowych pojęć, zjawisk i praw rządzących przepływem płynów, czyli cieczy i gazów oraz nabycie umiejętności stosowania tej wiedzy w projektowaniu urządzeń przemysłowych, w określaniu przepływów płynów w różnych instalacjach oraz w środowisku naturalnym.

**Treści kształcenia:**

W1 - Pojęcia podstawowe. Wybrane własności fizyczne płynów. Metody badawcze mechaniki płynów. Zastosowania mechaniki płynów; W2 - Hydrostatyka: siły działające na ciecz, ciśnienie hydrostatyczne. Podstawowe równanie równowagi płynu, potencjał jednostkowych sił masowych oraz równanie powierzchni ekwipotencjalnej ciśnienia. Równowaga cieczy w jednorodnym polu sił grawitacyjnych. Prawo Pascala. Parcie cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione. Równowaga ciał pływających; W3 - Kinematyka płynów: metody analityczne badania ruchu płynów, pojęcia podstawowe teorii przepływu płynów, równanie ciągłości, ruch potencjalny płynu, równanie ciągłości ruchu potencjalnego, powierzchnia ekwipotencjalna prędkości, funkcja prądu, ruch wirowy, rotacja wektora prędkości, równanie ciągłości ruchu wirowego, cyrkulacja prędkości, związek między cyrkulacją prędkości a natężeniem strugi wirowej, twierdzenie Stokesa, prawo Biota-Savarta; W4 - Analiza podobieństwa ruchu cieczy, sens fizyczny liczb podobieństwa dynamicznego, możliwość jednoczesnego modelowania różnych sił, analiza wymiarowa; W5 - Zastosowanie równania Bernoulliego do pomiaru prędkości i wydatku (pomiary prędkości - rurka Pitota i Prandtla, pomiary wydatku i prędkości średniej); W6 - Wypływ cieczy przez otwory, wypływ gazu przez otwory, wypływ gazu przez dysze - dysza Lavala; W7 - Zastosowanie zasady ilości ruchu, reakcja strumienia na przeszkody nieruchome i ruchome, reakcja hydrodynamiczna; W8 - Podstawy dynamiki płynów rzeczywistych: płyny newtonowskie i nienewtonowskie, równanie Naviera-Stokesa; W9 - Równanie Bernoulliego dla cieczy lepkiej, przepływ laminarny i turbulentny - doświadczenie Reynoldsa, przepływ laminarny płynu nieściśliwego - prawo Hagena-Poiseuille'a, przepływ turbulentny, naprężenia styczne, profil prędkości w rurach przy przepływie turbulentnym, opory liniowe podczas przepływu cieczy rzeczywistej; W10 - Przepływ cieczy lepkiej w przewodach pod ciśnieniem: podstawowe pojęcia i zależności, przepływy przez kanały zamknięte i otwarte, współczynnik oporów liniowych, straty miejscowe, obliczanie przewodów długich, obliczanie układu przewodów; W11 - Przepływ nieustalony w przewodach pod ciśnieniem, przepływ nieustalony cieczy nieściśliwej w przewodach niesprężystych, uderzenia hydrauliczne w przewodach; W12 - Podstawy teorii warstwy przyściennej. Opór ciśnienia i opór tarcia: przepływ płynów o bardzo małej lepkości - warstwa przyścienna i jej własności, równanie różniczkowe dla przepływu w warstwie przyściennej wzdłuż płytki - równanie Prandtla; W13 - Grubość warstwy przyściennej wzdłuż płaskiej płytki, oderwanie warstwy przyściennej i tworzenie się wirów, opór kształtu (opór ciśnienia), opór tarcia powierzchniowego, wpływ chropowatości powierzchni płyty na opór tarcia powierzchniowego, siły działające na ciało poruszające się w płynie lepkim; W14 - Teoria podobieństwa i analiza wymiarowa: podobieństwo zjawisk fizycznych; W15 - Analiza podobieństwa ruchu cieczy, sens fizyczny liczb podobieństwa dynamicznego, możliwość jednoczesnego modelowania różnych sił, analiza wymiarowa.
C1 - Statyka płynów; C2 - Ciśnienie z uwzględnieniem sił masowych; C3 - Napór hydrostatyczny - metoda analityczna i wykreślna; C4 - Wypór; C5 - Równowaga ciał pływających; C6-7 - Przepływ płynów doskonałych; C8 - Przepływ płynów rzeczywistych; C9-10 - Przepływ płynów rzeczywistych - opory miejscowe; C11-12 -Przepływ płynów rzeczywistych - opory liniowe; C13 - Przepływ płynów rzeczywistych - cd; C14 - Pomiar natężenia za pomocą zwężek; C15 - Warstwa przyścienna - opór ciał w płynie.
L1 - Pomiar własności fizycznych płynów: L2 - Pomiar rozkładu ciśnienia na powierzchni profilu kołowego; L3 - Ustalony wypływ cieczy przez otwory i przystawki; L4 - Profil prędkości w rurze prostoosiowej; L5 - Określenie krytycznej liczby Reynoldsa; L6 - Linia piezometryczna.

**Metody oceny:**

Obecność studentów jest obowiązkowa na zajęciach laboratoryjnych i ćwiczeniach audytoryjnych, a na wykładach wskazana.
Sposób bieżącej kontroli wyników nauczania:
Ćwiczenia audytoryjne - w ciągu semestru odbywa się jedno kolokwium pisemne.
Laboratorium – przed każdym ćwiczeniem krótki sprawdzian – wejściówka, po ćwiczeniu złożenie i zaliczenie sprawozdania.
Warunki zaliczenia przedmiotu:
Forma zaliczenia – egzamin. Ocena końcowa obliczana jest jako średnia ważona z ocen cząstkowych wg formuły = 0,5 x (egzamin) + 0,25 x (ćwiczenia audytoryjne) + 0,25 x (ćwiczenia laboratoryjne). Wszystkie oceny cząstkowe muszą być pozytywne.
Egzamin – warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uczestnictwo w ćwiczeniach audytoryjnych. Dopuszczone są dwie nieobecności usprawiedliwione.
Oceny z ćwiczeń audytoryjnych i egzaminu wystawia nauczyciel prowadzący wykład.
Egzamin składa się z części teoretycznej i części zadaniowej. Część zadaniowa jest obowiązkowa dla studentów, którzy nie zaliczyli ćwiczeń audytoryjnych. Ocena z części zadaniowej egzaminu są podstawą do wystawienia oceny z ćwiczeń audytoryjnych.
Ćwiczenia audytoryjne – w trakcie trwania semestru odbywa się jedno kolokwium sprawdzające, pod koniec semestru. Termin kolokwium jest uzgadniany w połowie semestru. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń audytoryjnych jest zaliczenie kolokwium. Uzyskanie zaliczenia zwalnia z części zadaniowej egzaminu. W przypadku braku zaliczenia, można je uzyskać podczas części zadaniowej egzaminu.
Ćwiczenia laboratoryjne – warunki zaliczenia zajęć laboratoryjnych przedstawiane są studentom na pierwszych zajęciach. Ocenę z ćwiczeń laboratoryjnych wystawia nauczyciel prowadzący te ćwiczenia i przekazuje nauczycielowi prowadzącemu wykład.
Szczegółowe zasady organizacji zaliczenia zajęć laboratoryjnych i pisemnego egzaminu końcowego oraz metody oceny zgodne z „Regulaminem Studiów w PW” podawane są na początku zajęć dydaktycznych.
W sprawach nieuregulowanych w regulaminie przedmiotu, zastosowanie znajdują odpowiednie przepisy Regulaminu Studiów w Politechnice Warszawskiej.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Gryboś R.: Podstawy mechaniki płynów, PWN, Warszawa, 1998; 2. Walden H.: Mechanika płynów, WPW, Warszawa, 1988; 3. Puzyrewski R., Sawicki J.: Podstawy mechaniki płynów i hydrauliki, PWN, Warszawa, 1998; 4. Szuster A., Wyszkowski K.: Zbiór zadań z mechaniki płynów, Wyd. PW, Warszawa, 1987; 5. Mitosek M.: Mechanika płynów w inżynierii środowiska, Wyd. PW, Warszawa, 1997; 6. Wyszkowski K., Stefański W.: Tablice i wykresy do obliczeń z mechaniki płynów, Wyd. PW, Warszawa, 1988; 7. Matlak M., i in.: Ćwiczenia laboratoryjne z mechaniki płynów, Wyd. PW, Warszawa, 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program studiów opracowany na podstawie programu nauczania zmodyfikowanego w ramach Zadania 38 Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W03\_01:**

Zna podstawowe pojęcia mechaniki płynów. Ma podstawową wiedzę w zakresie statyki i dynamiki płynów.

Weryfikacja:

Wykład: egzamin pisemny opisowy (W1 - W5, W9 - W12), Ćwiczenia: praca pisemna, kolokwium (C1, C2 - C4, C6, C8 - C13)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03

**Efekt W12\_01:**

Ma elementarną wiedzę w zakresie zastosowań mechaniki płynów w różnych dyscyplinach inżynierskich związanych z aparaturą chemiczną i procesową.

Weryfikacja:

Wykład: egzamin pisemny opisowy (W1, W6 - W8, W13 - W15, Laboratorium: praca pisemna, wejściówka i sprawozdanie (L1 - L6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_W12\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** InzA\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01\_01:**

Potrafi, na potrzeby określonego projektu, pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł. Potrafi dokonywać interpretacji i weryfikacji danych i wykorzystywać je w praktyce.

Weryfikacja:

Wykład: egzamin pisemny opisowy (W5, W10), Ćwiczenia: praca pisemna, kolokwium (C8 - C13)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U01\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01

**Efekt U15\_03:**

Potrafi rozwiązywać typowe zadania z mechaniki płynów. Potrafi obliczać ciśnienia i parcia. Potrafi projektować układy rurociągów.

Weryfikacja:

Ćwiczenia: praca pisemna, kolokwium (C1, C2 - C4, C6, C8 - C13)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_U15\_03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U15

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K02\_02:**

Ma świadomość wpływu mechaniki płynów i układów przepływowych na otoczenie i ew. skutków działalności inżynierskiej oraz związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.

Weryfikacja:

Wykład: egzamin pisemny opisowy (W1, W11, W14 - W15)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_K02\_02

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02

**Efekt K03\_01:**

Potrafi pracować indywidualnie i w zespole podczas prowadzenia zadań badawczych.

Weryfikacja:

Laboratorium: praca pisemna, wejściówka i sprawozdanie (L1 - L6)

**Powiązane efekty kierunkowe:** M1A\_K03\_01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03