**Nazwa przedmiotu:**

Mechanika płynów

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Michał Makowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Fizyka i mechanika

**Kod przedmiotu:**

1150-MB00-ISP-0206

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 45, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia - 15 godz.;
2) Praca własna studenta – 45 godz., w tym:
a) 10 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do ćwiczeń, studia literaturowe,
b) 10 godz. – bieżące przygotowywanie materiałów dot. wykładów, studia literaturowe,
c) 15 godz. – przygotowywanie się studenta do 2 kolokwiów z wykładów,
d) 10 godz. – przygotowywanie się studenta do 2 kolokwiów z ćwiczeń,
3) RAZEM – 90 godz.

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

1,5 punkta ECTS – liczba godzin kontaktowych - 45, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) ćwiczenia -15 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Matematyka: analiza wektorowa i teoria pola w przestrzeni trójwymiarowej. Wytrzymałość materiałów: stany naprężeń i odkształceń w ośrodkach materialnych.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Poznanie wielkości fizycznych charakteryzujących stan płynu oraz praw określających zjawiska w płynie, umożliwiających wyznaczenie i analizę obciążeń hydrostatycznych oraz rozkładu ciśnienia i natężenia przepływu w układach hydraulicznych (urządzeniach hydraulicznych).

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Sprawy organizacyjne. Podstawowe pojęcia mechaniki płynów. Płyn jako ośrodek materialny ciągły. Metody matematycznego opisu ośrodków ciągłych. Pola fizyczne.
2. Stan naprężeń. Rozkład tensora naprężeń hipoteza Pascala; ćwiczenie. Wypadkowa siła i moment sił działające na płyn wypełniający obszar. Zasada równowagi płynu.
3. Repetytorium z matematyki w zakresie analizy wektorowej. Pochodna przestrzenna i czasowa. Twierdzenie Gaussa - Ostrogradskiego i twierdzenie Stokesa.
4. Zadanie statyki płynu i jego analiza. Płyn barotropowy oraz jego charakterystyki. Gaz i ciecz. Równowaga płynu w polu grawitacyjnym. Hydrostatyczny napór na powierzchnię. Wypór hydrostatyczny (prawo Archimedesa). Stateczność pływania.
5. Omówienie zadań z pracy zaliczeniowej. Kinematyka płynu. Opis Lagrange'a i Eulera. Pole prędkości. Tensor pola prędkości oraz jego rozkład.
6. Geometryczna ilustracja pola prędkości. Linia prądu. Rurka prądu i struga. Pole wiru. Przepływ potencjalny. Strumień przepływu przez powierzchnię. Przepływ wirowy.
7. Pochodna materialna, prąd konwekcyjny. Addytywne wielkości fizyczne. Prawo zachowania addytywnych
wielkości fizycznych. Prawo zachowania energii i masy.
8. Dynamika płynu. Zmiana pędu płynu wypełniającego obszar oraz wypadkowa siła działająca na ten płyn. Zmiana
momentu pędu (krętu) płynu w obszarze oraz wypadkowy moment sił działających na płyn. Druga zasada Newtona
dla płynu. Równanie Eulera. Równania dynamiki płynu nielepkiego.
9. Równanie dynamiki w postaci Lamba – Gromeki. Założenia związane z przepływem Bernoulliego.
Równanie Bernoulliego. Przykład formułowania i zastosowania równania Bernoulliego. Urządzenia pomiarowe. Ruch wirowy płynu.
10. Podstawy gazodynamiki. Prawo Bernoulliego dla gazu. Przepływ gazu miedzy zbiornikami przez dyszę Bendemana.
Przepływ przez dyszę de Lavala. Wypływanie gazu ze zbiornika o skończonej objętości.
11. Przepływy ustalone . Zmiana pędu i momentu pędu podczas przepływu ustalonego. Równanie ciągłości. Oddziaływanie
płynu na przewody hydrauliczne.
12. Lepkość płynu. Tensor prędkości odkształcania i jego rozkład. Hipoteza Newtona i Naviera. Tensor naprężeń związany
z lepkością. Równanie dynamiki płynu lepkiego. Równania Naviera – Stokesa.
13. Jednowymiarowy przepływ cieczy lepkiej. Doświadczenie i liczba Reynoldsa. Zasady i kryteria podobieństwa oraz
ich wykorzystanie w mechanice płynu.
14. Opór przepływu cieczy lepkiej przez rurociąg gładki i szorstki. Lokalne opory przepływu. Równanie Bernoulliego
dla płynu lepkiego. Opis przepływu cieczy w sieci hydraulicznej.
15. Omówienie zadań pracy zaliczeniowej. Maszyny hydrauliczne wyporowe i wirnikowe. Bilans momentu pędu
w maszynach wirnikowych. Wzór Eulera.

Ćwiczenia:
1. Własności cieczy, prawo Pascala, wzór manometryczny.
2. Powierzchnie ekwipotencjalne, rozkład ciśnienia w cieczy.
3. Parcie cieczy na płaskie i zakrzywione ściany ciał stałych.
4. Pływanie ciał i warunki stateczności ciał pływających.
5. Zastosowania równania Bernoulliego, czas wypływu cieczy ze zbiornika.
6. Ssące działanie strugi, przyrządy do pomiaru prędkości przepływu.
7. Wyznaczanie reakcji strumienia płynu.
8. Straty energii w laminarnym i turbulentnym przepływie cieczy, wykres piezometryczny i wykres energii.
9. Współpraca przewodu z pompą, przepływy przez przewody rozgałęzione.

**Metody oceny:**

Wykład - 2 kolokwia
Ćwiczenia - 2 kolokwia

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Puzyrowski R., Sawicki J.: Podstawy mechaniki płynów i hydrauliki. PWN, Warszawa 1988.
2. Kosma Z.: Podstawy mechaniki płynów. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej 2005.
3. Gryboś R.: Podstawy mechaniki płynów. PWN, Warszawa 1978.
4. Burka E.S, Nałęcz T.J.: Mechanika płynów w przykładach. PWN, Warszawa 1994.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB00-ISP-0206\_W01:**

Poznał zasady mechaniki stanowiące podstawę do formułowania zagadnień mechaniki płynów

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04

**Efekt 1150-MB00-ISP-0206\_W02:**

Poznał metodykę formułowania szczegółowych zadań mechaniki.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04

**Efekt 1150-MB00-ISP-0206\_W04:**

Nabył wiedzę o metodach rozwiązywania zadań związanych z wdrożeniami zjawisk mechaniki płynów

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W01

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB00-ISP-0206\_U01:**

Posiada umiejętność wykorzystania wiedzy teoretycznej do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich z hydrauliki.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10

**Efekt 1150-MB00-ISP-0206\_U02:**

Nabył umiejętność samodzielnego pozyskiwania wiedzy w zakresie zagadnień hydraulicznych.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U24

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U05

**Efekt 1150-MB000-ISP-0188\_U4:**

Student potrafi redukować dowolny przestrzenny układ sił do skrętnika.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150-MB000-ISP-0188\_U5:**

Student potrafi obliczać reakcje podpór statycznie wyznaczalnych układów mechanicznych płaskich i przestrzennych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150-MB000-ISP-0188\_U6:**

Student potrafi rozwiązywać zdania statyki układów z uwzględnieniem tarcia.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150-MB000-ISP-0188\_U7:**

Student umie wyznaczać prędkość i przyspieszenie punktu materialnego w układach: kartezjańskim, biegunowym i w układzie kierunków naturalnych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150-MB000-ISP-0188\_U8:**

Student potrafi rozwiązywać zadania rzutów punktu materialnego w jednorodnym polu grawitacyjnym z oporami ruchu oraz rzutu pionowego w polu niejednorodnym.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150-MB000-ISP-0188\_U9:**

Student umie stosować w zadaniach prawo zachowania energii mechanicznej w przypadku punktu materialnego i układu punktów materialnych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U03

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U02, InzA\_U06

**Efekt 1150-MB000-ISP-0188\_U10:**

Student potrafi zdobywać informacje dotyczące treści przedmiotu z literatury i baz internetowych

Weryfikacja:

Egzamin, sprawdziany pisemne, ocena zadanych prac domowych.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U07, InzA\_U05

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MB00-ISP-0206\_K01:**

Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K06