Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria wzornictwa przemysłowego — Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne — Kod kierunku: IWP

Stopień studiów: I

Specjalności: bez specjalności

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Mechanika płynów
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kod przedmiotu	WM IWP oIS B9 22/23
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	3.00
Semestry	3

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Projekt	Seminarium
3	15	15	15	0	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawowymi właściwościami makroskopowymi płynów, siłami działającymi na element płynu oraz rodzajem pól wielkości fizykalnych.

Cel 2 Zapoznanie studentów ze sposobem formułowania różniczkowych równań równowagi płynu oraz wyrobienie umiejętności całkowania tych równań. Zapoznanie studentów z pojęciem naporu hydrostatycznego oraz wyrobienie umiejętności obliczania sił naporu na ściany płaskie i zakrzywione.

Cel 3 Zapoznanie studentów z elementami kinematyki płynów w tym z pojęciami toru elementu płynu, linii prądu, natężenia przepływu a także z równaniem ciągłości oraz jego przypadkami szczególnymi.

Cel 4 Zapoznanie studentów ze sposobem formułowania: różniczkowych równań ruchu płynu doskonałego Eulera, całki Bernoulliego, równania Bernoulliego dla płynu doskonałego oraz równania ciągłości.

Cel 5 Zapoznanie studentów z zastosowaniem równania Bernoulliego w praktyce inżynierskiej do pomiaru prędkości lokalnej, pomiaru natężenia przepływu za pomocą prędkościomierzy piętrzących oraz badania wypływu cieczy ze zbiornika przez mały otwór.

Cel 6 Zapoznanie studentów z prawami rządzącymi przepływem płynu rzeczywistego w ruchu laminarnym oraz turbulentnym oraz wyrobienie umiejętności wyznaczania strat ciśnienia podczas przepływu płynu w rurociągach.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Znajomość podstaw mechaniki klasycznej.

2 Znajomość analizy matematycznej, algebry wektorów oraz podstaw teorii pola.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student definiuje podstawowe właściwości płynu, rodzaje sił działających na element płynu, podaje modele matematyczne służące do opisu płynu oraz definiuje i rozróżnia rodzaje pół wielkości fizykalnych.

EK2 Wiedza Student wyprowadza równania równowagi Eulera, podaje warunki całkowania tych równań, wyprowadza zależności na rozkład ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze oraz wyprowadza zależności na wartości sił naporu oraz współrzędnych środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione.

EK3 Wiedza Student definiuje pojęcia toru elementu płynu, linii prądu, natężenia przepływu a także wyprowadza równanie ciągłości i jego przypadki szczególne.

EK4 Wiedza Student wyprowadza równania ruchu płynu doskonałego Eulera, podaje założenia do całki Bernoulliego oraz wyprowadza równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego i podaje jego interpretację fizykalną i geometryczną.

EK5 Wiedza Student definiuje pojęcie liczby Reynoldsa, rozróżnia ruch laminarny i turbulentny oraz wyprowadza zależności na rozkład prędkości, rozkład naprężeń stycznych w rurze kołowej oraz prawo Hagena-Poiseuillea i podaje jego zastosowanie w praktyce inżynierskiej.

EK6 Umiejętności Student całkuje równania równowagi Eulera, wyznacza rozkład ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze, wyznacza siły naporu oraz położenie środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione.

EK7 Umiejętności Student stosuje równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego w zagadnieniach dotyczących pomiaru prędkości i natężenia przepływu oraz wypływu cieczy ze zbiornika przez małe otwory.

EK8 Umiejętności Student wyznacza straty ciśnienia wywołane tarciem wewnętrznym oraz przeszkodami miejscowymi oraz stosuje równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego.

EK9 Kompetencje społeczne Student współpracuje w zespole oraz organizuje jego pracę a także wykonuje sprawozdania i raporty z pracy zespołu.

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Statyka płynu. 1) Pojęcia podstawowe. Makroskopowe właściwości płynów. Wyidealizowane modele płynu. 2) Rodzaje pól wielkości fizykalnych. Pochodna substancjalna, materialna i konwekcyjna.	2
W2	Statyka płynu. 1) Siły działające na płyn. Twierdzenie Eulera. 2) Równania różniczkowe równowagi płynu. Równowaga względna i bezwzględna cieczy. Prawo Pascala. 3) Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione. Wypór hydrostatyczny. 4) Stateczność pływania ciał całkowicie i częściowo zanurzonych w cieczy, metacentrum.	5
W3	Elementy kinematyki płynów 1) Tor elementu płynu. Linia prądu. 2) Równanie ciągłości. 3) Objętościowe i masowe natężenie przepływu płynu.	2
W4	Dynamika płynu doskonałego 1) Równania różniczkowe ruchu płynu doskonałego. 2) Całka Bernoulliego, równanie Bernoulliego. 4) Zastosowanie równania Bernoulliego w praktyce inżynierskiej.	3
W5	Dynamika Płynu rzeczywistego 1) Klasyczne doświadczenie Reynoldsa. 2) Rozkład naprężeń stycznych oraz rozkład prędkości w ruchu laminarnym cieczy lepkiej w rurze kołowej. 3) Przepływy laminarne i turbulentne. Równanie Darcy-Weisbacha. Wykres Nikuradse. Równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego, straty ciśnienia spowodowane tarciem wewnętrznym i przeszkodami miejscowymi.	3

Laboratorium		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
L1	Pomiar lepkości cieczy.	2
L2	1) Wypływ cieczy przez małe otwory. 2) Pomiar natężenie przepływu płynu.	4
L3	1) Klasyczne doświadczenie Reynoldsa. 2) Pomiar prędkości lokalnej i średniej w rurociągu zamkniętym. 3) Pomiar strat tarcia wywołanych lepkością cieczy. 4) Pomiar strat miejscowych.	9

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C1	Statyka płynu 1) Całkowanie równań równowagi Eulera. Równowaga względna i bezwzględna w potencjalnym polu sił masowych. 2) Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione. Wypór hydrostatyczny. Stateczność pływania ciał całkowicie lub częściowo zanurzonych w cieczy.	7

Ćwiczenia		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
C2	Dynamika płynu doskonałego 1) Jednowymiarowe przepływy płynu doskonałego. 2) Zastosowania równania Bernoulliego. 3) Wypływ cieczy ze zbiorników przez małe otwory.	4
C3	Dynamika płynu rzeczywistego 1) Przepływ płynu rzeczywistego w przewodach zamkniętych. 2) Straty ciśnienia wywołane tarciem wewnętrznym i przeszkodami miejscowymi.	4

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Praca w grupach

N5 Konsultacje

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	7
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	4
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**75**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	3.00

9 Sposoby oceny

Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną ocen zaliczeniowych z poszczególnych form zajęć.

Ocena formująca

F1 Kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń

F2 Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych

F3 Kolokwium zaliczeniowe z laboratoriów

F4 Kolokwium zaliczeniowe z wykładu

Ocena podsumowująca

P1 Średnia ważona ocen formujących

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Poprawne wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

W2 Konieczność uzyskania pozytywnej oceny z każdego efektu uczenia się.

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.
Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.
Na ocenę 5.0	Student zdefiniuje i objaśnia pojęcia elementu płynu, gęstości, ściśliwości, lepkości, ciśnienia, pola skalarnego i wektorowego oraz zapisuje pochodną substancjalną. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L1.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.

Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 5.0	Student wyprowadza i objaśnia równania równowagi Eulera, podaje warunki całkowania tych równań, wyprowadza zależności na rozkład ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze oraz wyprowadza zależności na wartości sił naporu oraz współrzędne środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 5.0	Student definiuje pojęcia toru elementu płynu, linii prądu, natężenia przepływu a także wyprowadza równanie ciągłości i jego przypadki szczególne, równania ruchu płynu doskonałego oraz równanie Bernoulliego.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 5.0	Student wyprowadza równania ruchu płynu doskonałego Eulera, podaje założenia do całki Bernoulliego oraz wyprowadza równanie Bernoulliego dla płynu doskonałego i podaje jego interpretację fizykalną i geometryczną.
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.

Na ocenę 5.0	Student definiuje pojęcie liczby Reynoldsa, rozróżnia ruch laminarny i turbulentny oraz wyprowadza zależności na rozkład prędkości, rozkład naprężeń stycznych w rurze kołowej oraz prawo Hagena-Poiseuillea i podaje jego zastosowanie w praktyce inżynierskiej.
Efekt kształcenia 6	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
Na ocenę 5.0	Student całkuje równania równowagi Eulera, rozkłady ciśnienia w obszarze cieczy będącej w równowadze, wyznacza siły naporu oraz położenie środka naporu na ściany płaskie i zakrzywione.
Efekt kształcenia 7	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.
Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.
Na ocenę 5.0	Student wyznacza czas całkowitego oraz częściowego opróżniania zbiornika przez małe otwory, wyznacza prędkość średnią oraz natężenie przepływu za pomocą rurki Prandtla oraz zwężki Venturiego. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L2.
Efekt kształcenia 8	
Na ocenę 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.
Na ocenę 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.
Na ocenę 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.
Na ocenę 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0. Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3.

Na ocenę 5.0	Student wykonał bezbłędnie sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego z bloku L3. Student wyznacza straty ciśnienia wywołane tarciem wewnętrznym i przeszkodami miejscowymi oraz stosuje równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistego.
Efekt kształcenia 9	
Na ocenę 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
Na ocenę 3.0	Student wykonał samodzielnie co najmniej 60% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.
Na ocenę 3.5	Student wykonał samodzielnie co najmniej 70% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.
Na ocenę 4.0	Student wykonał samodzielnie co najmniej 80% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.
Na ocenę 4.5	Student wykonał samodzielnie co najmniej 90% sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.
Na ocenę 5.0	Student wykonał samodzielnie wszystkie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	W1_W01 W1_W02 W1_W09	Cel 1	W1	N1 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1
EK2	W1_W01 W1_W02 W1_W09	Cel 2	W2 C1	N1 N2 N5	F1 F3 P1
EK3	W1_W01 W1_W09	Cel 3	W3	N1 N5	F1 F3 P1
EK4	W1_W01 W1_W02 W1_W09	Cel 4	W4 L2 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1
EK5	W1_W01 W1_W02 W1_W09	Cel 6	W5 L3 C3	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK6	W1_U10 W1_U12	Cel 2 Cel 3	W2 C1	N1 N2 N5	F1 F3 P1
EK7	W1_U10 W1_U12	Cel 5	W4 L2 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1
EK8	W1_U10 W1_U12	Cel 6	W5 L3 C3	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1
EK9	W1_K03	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5 Cel 6	L1 L2 L3	N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Matras Z. — *Podstawy mechaniki płynów i dynamiki przepływów cieczy nienewtonowskich.*, Kraków, 206, Wydawnictwa politechniki Krakowskiej

[2] Burka E., S., Nałęcz T., J. — *Mechanika płynów w przykładach*, Warszawa, 1999, PWN

[3] Gryboś R. — *Zbiór zadań z technicznej mechaniki płynów*, Warszawa, 2012, PWN

[4] Nakayama, Y.; Boucher, R.F. — *Introduction to Fluid Mechanics*, , 2000, Elsevier

Literatura uzupełniająca

[1] Rup K. — *Mechanika płynów w środowisku naturalnym.*, Kraków, 2003, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

dr inż., prof. PK Stanisław Walczak (kontakt: stanislaw.walczak@pk.edu.pl)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

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