

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Mechanika płynów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Fluid mechanics
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIS C14 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	30	30	15	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z zagadnieniami statyki i kinematyki płynów

Cel 2 Zapoznanie studentów z zagadnieniami dynamiki płynu doskonałego w zakresie umożliwiającym wyznaczanie sił hydrodynamicznych i ich momentów oddziałujących na ciała

Cel 3 Zapoznanie studentów z zagadnieniami dynamiki płynu lepkiego pod kątem wyznaczania strat ciśnienia w przewodach przepływowych

Cel 4 Zapoznanie studentów z zagadnieniami doświadczalnej mechaniki płynów w zakresie identyfikacji pól prędkości i ciśnienia w obszarze przepływu

Cel 5 Nabycie umiejętności pracy w zespole

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczone przedmioty: Matematyka, Fizyka

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student definiuje warunki równowagi płynu, powierzchnie stałego ciśnienia i stałego potencjału, zna podstawowe wielkości kinematyczne w ruchu płynu

EK2 Umiejętności Student potrafi sprawdzić warunki potencjalności pola sił masowych, potrafi wyznaczyć wartość naporu hydrostatycznego na powierzchnię płaską i współrzędne środka naporu. Student potrafi określić warunki równowagi ciał pływających.

EK3 Wiedza Student objaśnia podstawowe pojęcia ruchu płynu doskonałego, zna założenia prowadzące do uzyskania całki Eulera - Bernoulliego

EK4 Umiejętności Student potrafi wyznaczyć reakcję hydrodynamiczną płynu na ciało stałe z nim graniczące, potrafi też wyznaczyć moment reakcyjny płynu na wirnik maszyny przepływowej

EK5 Wiedza Student rozróżnia podstawowe formy przepływu płynu lepkiego i przygotowany do wyznaczenia rozkładu prędkości w prostej rurze

EK6 Umiejętności Student potrafi wyznaczyć spadki ciśnienia wywołane tarciem lepkiem i przeszkodami lokalnymi w przewodach przepływowych w zakresie ruchu laminarnego i turbulentnego

EK7 Umiejętności Student wykonuje pomiary różnic ciśnienia, lokalnych pól prędkości i temperatury

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wstęp do mechaniki płynów: cel i zakres, pojęcia podstawowe, właściwości makroskopowe płynów, ciecze w stanie nadciekłym, siły działające na płyn	4
W2	Hydrostatyka: równania równowagi płynu, warunki całkowalności równań równowagi płynu. Równania różniczkowe powierzchni stałego ciśnienia i stałego potencjału. Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione, współrzędne środka naporu. Pływanie ciał. Warunki równowagi ciał pływających.	8
W3	Kinematyka płynów: metody badania ruchu płynu, równania toru elementu płynu, równania linii prądu, równanie ciągłości przepływu w przypadku jednowymiarowym, nieustalonym płynu ściśliwego, definicja strumienia objętości i masy płynu	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W4	Dynamika płynu doskonałego: równania ruchu płynu doskonałego, warunki całkowalności równań ruchu płynu doskonałego, całka Eulera - Bernoulliego, równanie Bernoulliego, zjawisko kawitacji, prędkość wypływu cieczy ze zbiornika przez mały otwór, czas opróżnienia zbiornika. Zasada pędu i krętu w mechanice płynów. Równanie Eulera dla wirujących maszyn przepływowych. Wodne turbiny akcyjne i reakcyjne	7
W5	Dynamika płynu lepkiego: klasyfikacja ruchu płynu lepkiego, pojęcie liczby Reynoldsa, równania Navier - Stokesa. Analiza uformowanego ruchu laminarnego w rurze, prawo Hagen - Poiseuille'a. Przepływy cieczy lepkiej przez przewody zamknięte, uogólnione równanie Bernoulliego, wzór Darcy - Weisbacha, wykres Nikuradse. Analiza ruchu płynu w przewodach niekołowych, promień hydrauliczny i średnica zastępcza. Obliczanie przepływów płynu w układach sieci hydraulicznych, połączenia szeregowo i równoległe przewodów przepływowych.	7

CWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Hydrostatyka: wyznaczanie parametrów powierzchni swobodnej cieczy w naczyniach wirujących ze stałą prędkością kątową oraz w naczyniach poruszających się ruchem prostoliniowym ze stałym przyspieszeniem. Wyznaczanie wartości naporu hydrostatycznego na powierzchnie płaskie i zakrzywione, wyznaczanie współrzędnych środka naporu	8
C2	Dynamika płynu doskonałego: wyznaczanie reakcji hydrodynamicznej płynu na ścianki krzywaka, obliczanie czasów opróżnienia zbiornika przez mały otwór, wyznaczanie mocy turbiny akcyjnej i reakcyjnej	10
C3	Wyznaczanie strat ciśnienia w przepływach płynu lepkiego przez przewody kołowe i niekołowe, obliczanie mocy silnika pompy potrzebnej do przetłoczenia płynu w układach hydraulicznych	12

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Pomiar lepkości cieczy	2
L2	Opływ ciała stałego płynem rzeczywistym	2
L3	Klasyczne doświadczenie Reynoldsa	1
L4	Pomiar prędkości lokalnej i średniej płynu	2
L5	Pomiar strat ciśnienia wywołanych lepkością	2

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L6	Pomiar strat miejscowych (lokalnych)	2
L7	Badanie charakterystyk pompy wirowej	2
L8	Reakcja hydrodynamiczna strugi	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Zadania tablicowe

N4 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	75
Konsultacje przedmiotowe	4
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	12
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	120
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Test

F4 Zadanie tablicowe

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

W2 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

W3 Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej ocen ze wszystkich przeprowadzonych testów

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego

NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55 % wymaganego

NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60 % wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70 % wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80 % wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90 % wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100 % wymaganego

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W01 K1_W02 K1_W08 K1_W11 K1_U01 K1_U02 K1_U05 K1_U08 K1_K01 K1_K02	Cel 1	W1 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK2	K1_W01 K1_W02 K1_W08 K1_U01 K1_U02 K1_U04 K1_U06 K1_K01 K1_K03	Cel 1	W1 W2 C1 C2 L1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	K1_W01 K1_W02 K1_W08 K1_W24 K1_W28 K1_U02 K1_U03 K1_U17 K1_U30 K1_K01 K1_K02	Cel 2	W2 W3 C1 C2 L2 L3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK4	K1_W01 K1_W02 K1_W08 K1_W28 K1_U01 K1_U02 K1_U03 K1_U30 K1_K01 K1_K02	Cel 3	W2 W3 C2 L2 L3 L4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK5	K1_W01 K1_W02 K1_W08 K1_W26 K1_W28 K1_U01 K1_U02 K1_U30 K1_K02 K1_K03	Cel 4	W5 C2 C3 L2 L3 L4 L5 L6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK6	K1_W01 K1_W02 K1_W08 K1_W09 K1_W28 K1_U01 K1_U02 K1_U30 K1_K01 K1_K03	Cel 4	W5 C3 L5 L6 L7 L8	N2 N3 N4	F2 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK7	K1_W01 K1_W02 K1_W08 K1_W28 K1_U02 K1_U03 K1_U30 K1_K02 K1_K03	Cel 5	W4 W5 C3 L6 L7 L8	N2	F1 F2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Ryszard Gryboś — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN
- [2] | Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1994, PWN
- [3] | Kazimierz Rup — *Mechanika płynów w środowisku naturalnym*, Kraków, 2003, Polit. Krakowska

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Zdzisław Orzechowski, Jerzy Prywer, Roman Zarzycki — *Mechanika płynów w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2000, WNT
- [2] | Czesław Gołębiowski, Edward Walicki, Edward Łuczywek — *Zbiór zadań z mechaniki płynów*, Warszawa, 1998, PWN

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Kazimierz Rup (kontakt: krup@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof.dr hab.inż. Kazimierz Rup (kontakt: krup@pk.edu.pl)
- 2 mgr inż. Mariusz Granda (kontakt: mgranda@pk.edu.pl)
- 3 Dr hab. inż, prof. PK Piotr Dzierwa (kontakt: pdzierwa@mech.pk.edu.pl)



13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....