

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Bezpieczeństwa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: B

Stopień studiów: I

Specjalności: Bezpieczeństwo maszyn, urządzeń i systemów energetycznych, Bezpieczeństwo pracy i środowiska, Bezpieczeństwo transportu drogowego

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Mechanika płynów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Fluid Mechanics
KOD PRZEDMIOTU	B111
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	30	30	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Wprowadzenie podstawowych pojęć opisujących właściwości płynów i opis sił działających na płyny

Cel 2 Zapoznanie studentów z zagadnieniami statyki cieczy oraz sformułowanie warunków równowagi

- Cel 3** Zapoznanie studentów z zagadnieniami kinematyki płynów w podstawowym zakresie umożliwiającym opis ruchu płynu
- Cel 4** Zapoznanie studentów z zagadnieniami dynamiki płynu doskonałego w zakresie umożliwiającym wyznaczenie sił hydrodynamicznych i ich momentów oddziałujących na ciała stałe
- Cel 5** Zapoznanie studentów z zagadnieniami dynamiki płynu lepkiego pod kątem wyznaczania strat ciśnienia w przewodach przepływowych
- Cel 6** Zapoznanie studentów z zagadnieniami opływu ciał stałych płynem lepkiem w zakresie laminarnym i turbulentnym
- Cel 7** 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 potrafi przeliczać jednostki gęstości, ciśnienia i lepkości w różnych układach fizycznych
- EK2 Umiejętności** Student definiuje warunki równowagi płynu, powierzchnie stałego ciśnienia i stałego potencjału w cieczy pozostającej w spoczynku
- EK3 Wiedza** Student potrafi sprawdzić warunki potencjalności pola sił masowych, potrafi wyznaczyć wartość naporu hydrostatycznego na powierzchnię płaską i współrzędne środka naporu
- EK4 Umiejętności** Student definiuje podstawowe wielkości kinematyczne w ruchu płynu oraz opisuje występujące pomiędzy nimi związki
- EK5 Wiedza** Student objaśnia podstawowe pojęcia ruchu płynu doskonałego, zna założenia prowadzące do uzyskania całki Eulera - Bernoulliego
- EK6 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć reakcję hydrodynamiczną płynu na ciało stałe z nim graniczące, potrafi wyznaczyć moment reakcyjny płynu na wirnik maszyny przepływowej
- EK7 Wiedza** Student rozróżnia podstawowe formy przepływu płynu lepkiego i jest przygotowany do wyznaczenia rozkładu prędkości w prosto-osnowym przewodzie kołowym
- EK8 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć spadki ciśnienia wywołane tarcielem lepkiem i przeszkodami lokalnymi w przewodach przepływowych w zakresie ruchu laminarnego i turbulentnego
- EK9 Wiedza** Student wykorzystując koncepcję warstwy przyściennej jest w stanie oszacować jej grubość oraz składową naprężenia stycznego w zakresie laminarnym jak też w turbulentnym w przypadku opływu płaszczyzny
- EK10 Kompetencje społeczne** Student współpracuje w zespole

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wstęp do mechaniki płynów: cel i zakres, pojęcia podstawowe, właściwości makroskopowe płynów, siły działające na płyn	2
W2	Hydrostatyka: równania równowagi płynu, warunki całkowalności równań równowagi, podstawowe równanie hydrostatyki. Równania różniczkowe powierzchni stałego potencjału i powierzchni stałego ciśnienia. Napór cieczy na powierzchnie płaskie i zakrzywione, współrzędne środka naporu, moment statyczny pola, momenty bezwładności pól figur płaskich, twierdzenie Steinera	5
W3	Kinematyka płynów: metody badania ruchu płynu, równania toru elementu płynu, równania linii prądu, równanie ciągłości przepływu płynu, definicja strumienia objętości i masy płynu	2
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	5
W5	Dynamika płynu lepkiego: klasyfikacja ruchu płynu lepkiego, pojęcie liczby Reynoldsa. Analiza uformowanego ruchu laminarnego w rurze, prawo Hagen - Poiseuille'a. Przepływy cieczy lepkiej przez przewody zamknięte, uogólnione równanie Bernoulliego, wzór Darcy - Weisbacha wzory do wyznaczania współczynnika strat tarcia, wykres Nikuradse. Analiza ruchu płynu w przewodach niekołowych, promień hydrauliczny i średnica zastępcza	4
W6	Stan naprężenia i szybkości odkształcenia w płynie lepkim, równania konstytutywne liniowego płynu Newtona. Równania Navier - Stokesa i metody analitycznego ich całkowania w przypadkach uproszczonych	4
W7	Metody uproszczeń równań Navier - Stokesa. Koncepcja warstwy przyściennej Prandtla. Równania laminarnej warstwy przyściennej	4
W8	Równania turbulentnej warstwy przyściennej, naprężenie styczne efektywne, lepkość efektywna w tym lepkość turbulentna. Proste modele turbulencji.	4

ĆWICZENIA		
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	7

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C2	Dynamika płynu doskonałego: wyznaczanie reakcji hydrodynamicznej płynu na ścianki krzywaka, obliczanie czasów opróżnienia zbiornika przez mały otwór, wyznaczanie mocy turbiny wodnej, akcyjnej i reakcyjnej	7
C3	Analityczne całkowanie uproszczonych równań Navier - Stokesa w kanale płaskim. Wyznaczanie strat ciśnienia w przepływach płynu lepkiego przez przewody zamknięte, obliczanie mocy pompy potrzebnej do przetłaczania płynu w układach hydraulicznych	8
C4	Wyznaczanie grubości warstwy przyściennej na opływanej płycie. Wyznaczanie profilu prędkości w warstwie przyściennej oraz współczynnika oporu opływu w zakresie laminarnym	4
C5	Wyznaczanie zmian lepkości turbulentnej w przekroju poprzecznym rury oraz w przekroju poprzecznym płaskiego kanału przepływowego w przypadku prostych modeli turbulencji	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Dyskusja

N4 Konsultacje

N5 Praca w grupach

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	6
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	50
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
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 Test

F2 Zadanie tablicowe

F3 Kolokwium

F4 Odpowiedź ustna

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Do egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy uzyskali pozytywną ocenę z zaliczenia ćwiczeń

W2 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

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

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna relacji pomiędzy jednostkami wielkości fizycznych: gęstości, ciśnienia i lepkości
NA OCENĘ 3.0	Student zna relacje pomiędzy jednostkami wielkości fizycznych: gęstości, ciśnienia i lepkości
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna warunków równowagi płynu nie potrafi napisać wzorów opisujących powierzchnie stałego ciśnienia i stałego potencjału
NA OCENĘ 3.0	Student zna warunki równowagi płynu i potrafi napisać wzór opisujący powierzchnię stałego ciśnienia
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna warunków równowagi płynu nie potrafi wyznaczyć wartości naporu hydrostatycznego ani też współrzędnych środka naporu
NA OCENĘ 3.0	Student zna warunki równowagi płynu i potrafi wyznaczyć wartość naporu hydrostatycznego
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi zdefiniować żadnych wielkości kinematycznych w ruchu płynu
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyprowadzić równanie ciągłości przepływu płynu
NA OCENĘ 3.5	_____

NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi objaśnić podstawowych pojęć ruchu płynu doskonałego
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyprowadzić równania ruchu płynu doskonałego
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna zasady pędu i krętu w mechanice płynów
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć reakcję hydrodynamiczną płynu doskonałego na płaską płytę
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna kryterium podziału form przepływu płynu lepkiego
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zdefiniować liczbę Reynoldsa i podać jej interpretację fizyczną
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna wzoru Darcy - Weisbacha i nie zna definicji współczynnika strat lokalnych
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi policzyć wysokość strat ciśnienia w przepływie cieczy przez rurę prosto - osiową

NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 9	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna koncepcji warstwy przyściennej
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi oszacować grubość warstwy przyściennej na opływanej płycie
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____
EFEKT KSZTAŁCENIA 10	
NA OCENĘ 2.0	Student nie angażuje się w prace zespołu
NA OCENĘ 3.0	Student wykonuje fragment przydzielonego zadania w ramach grupy, nie konsultuje i nie weryfikuje z grupą swojego stanowiska
NA OCENĘ 3.5	_____
NA OCENĘ 4.0	_____
NA OCENĘ 4.5	_____
NA OCENĘ 5.0	_____

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	C1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4
EK2		Cel 2	C1 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK3		Cel 2	C1 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK4		Cel 3	C1 C3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK5		Cel 4	C1 C3 C4	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK6		Cel 4	C1 C3 C4	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK7		Cel 5	W6 C1 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK8		Cel 5	W6 W7 C1 C4 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK9		Cel 6	W6 W7 W8 C1 C4 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK10		Cel 7	W8 C1 C5	N4 N5	F1 F2 F4 P2

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] | **Zdzisław Orzechowski, Jerzy Prywer, Roman Zarzycki** — *Mechanika płynów w inżynierii środowiska*, Warszawa, 2001, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Kazimierz Rup** — *Procesy przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym*, Warszawa, 2006, 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 Dr inż. Stanisław Walczak (kontakt: swalczak@mech.pk.edu.pl)

3 mgr inż. Bartosz Kopiczak (kontakt: bkopiczak@mech.pk.edu.pl)

4 dr inż. Konrad Nering (kontakt: knering@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)

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