

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

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-osowym 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
<b>C2</b>	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
<b>C3</b>	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
<b>C4</b>	Wyznaczanie grubości warstwy przyściennej na opływanej płycie. Wyznaczanie profilu prędkości w warstwie przyściennej oraz współczynnika oporu opływu w zakresie laminarnym	4
<b>C5</b>	Wyznaczanie zmian lepkości turbulენტnej 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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	6
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	50
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
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 wyjaśnić 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 fizykalną
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	K1_W08, K1_W02	Cel 1	C1	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4
EK2	K1_W08, K1_W02	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
EK3	K1_W08, K1_UB09	Cel 2	C1 C2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK4	K1_W08, K1_W02	Cel 3	C1 C3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK5	K1_W02, K1_UB09	Cel 4	C1 C3 C4	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK6	K1_W08, K1_W02	Cel 4	C1 C3 C4	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK7	K1_W02, K1_UB09	Cel 5	W6 C1 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK8	K1_W08, K1_W02, K1_UB09	Cel 5	W6 W7 C1 C4 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK9	K1_W08, K1_W02	Cel 6	W6 W7 W8 C1 C4 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1 P2
EK10	K1_K05	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](mailto:krup@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

2 Dr inż. Stanisław Walczak (kontakt: [swalczak@mech.pk.edu.pl](mailto:swalczak@mech.pk.edu.pl))

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

4 dr inż. Konrad Nering (kontakt: [knering@mech.pk.edu.pl](mailto:knering@mech.pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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