

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2012/2013

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka odnawialna, Systemy i urządzenia energetyczne, Urządzenia i instalacje ochrony środowiska

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Mechanika płynów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Fluid mechanics
KOD PRZEDMIOTU	E210
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
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	9	9	18	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, powierzchni 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

**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 tarcielem 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

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Pomiar lepkości cieczy	1
L2	Identyfikacja właściwości reologicznych cieczy nienewtonowskiej	1
L3	Wypływ cieczy przez małe otwory	1
L4	Optymizacja ciała stałego płynem rzeczywistym	1
L5	Klasyczne doświadczenie Reynoldsa	1
L6	Pomiar prędkości lokalnej i średniej płynu	1
L7	Wzorcowanie rotametrów	1

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L8	Pomiar strat ciśnienia wywołanych lepkością	1
L9	Pomiar strat miejscowych (lokalnych)	1
L10	Badanie zjawisk kawitacji przepływowej	2
L11	Badanie charakterystyk pompy wirowej	2
L12	Badanie zjawisk kawitacji w pompie wirowej	1
L13	Reakcja hydrodynamiczna strugi	1
L14	Pomiar natężenia przepływu gazu w rurociągu za pomocą przepływomierza kolanowego i kryzy	2
L15	Odrabianie ćwiczeń i zaliczanie ćwiczeń zaległych	1

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	1
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	2
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	1
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	3
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	2

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>C1</b>	Hydrostatyka: wyznaczenie parametrów powierzchni swobodnej cieczy w naczyniach wirujących ze stałą prędkością kątową oraz w naczyniach poruszających się ruchem prostoliniowym ze stałym przyśpieszeniem. Wyznaczenie wartości naporu hydrostatycznego na powierzchnie płaskie i zakrzywione, wyznaczenie współrzędnych środka naporu	3
<b>C2</b>	Dynamika płynu doskonałego: wyznaczenie reakcji hydrodynamicznej płynu na ścianki krzywaka, obliczanie czasów opróżnienia zbiornika przez mały otwór, wyznaczenie mocy turbiny akcyjnej i reakcyjnej	3
<b>C3</b>	Wyznaczenie strat ciśnienia w przepływach płynu lepkiego przez przewody kołowe i niekołowe, obliczanie mocy silnika pompy potrzebnej do przetłoczenia płynu w układach hydraulicznych	3

## 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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	4
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	60
Opracowanie wyników	8
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>84</b>
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	Student nie zna warunków równowagi płynu, nie zna pojęć powierzchni stałego ciśnienia i stałego potencjału
NA OCENĘ 3.0	Student zna warunki równowagi płynu, potrafi napisać wzory opisujące powierzchnię stałego ciśnienia i stałego potencjału
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 i 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 powierzchnię płaską
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 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 4	
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 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna 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 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna pojęcia współczynnika strat tarcia i współczynnika strat lokalnych
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć 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 7	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi wyjaśnić podstawowych pojęć związanych z ruchem płynu w rurociągach
NA OCENĘ 3.0	Student wykonuje proste pomiary wielkości przepływowych w rurze. Potrafi przeliczać jednostki wielkości przepływowych w różnych układach fizycznych
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_W09, K1_U03	Cel 1	L1 L2 L3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK2	K1_W09, K1_U03	Cel 1	L3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK3	K1_W09, K1_U03	Cel 2	L4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4
EK4	K1_W09, K1_U03	Cel 3	L4	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK5	K1_W09, K1_U03	Cel 4		N1 N2 N3 N4	F1 F2 F3 F4 P1
EK6	K1_W09, K1_U03	Cel 4		N2 N3 N4	F2 P1
EK7	K1_K01, K1_K03	Cel 5		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](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))
- 5 prof.dr hab.inż. Zbigniew Matras (kontakt: [zmatras@mech.pk.edu.pl](mailto:zmatras@mech.pk.edu.pl))
- 6 prof.dr hab.inż. Jolanta Stacharska Targosz (kontakt: [jtargosz@usk.pk.edu.pl](mailto:jtargosz@usk.pk.edu.pl))

**13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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