

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Transport

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: I

Specjalności: Eksploatacja i niezawodność w transporcie, Eksploatacja pojazdów samochodowych, Inżynieria maszyn budowlanych i systemów transportu przemysłowego, Logistyka i spedycja

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Aeromechanika pojazdu
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Vehicle Aeromechanics
KOD PRZEDMIOTU	T406
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	3

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	9	0	9	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z zagadnieniami kinematyki płynów i dynamiki płynu doskonałego

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zagadnieniami dynamiki płynu lepkiego pod kątem wyznaczania strat ciśnienia w przewodach przepływowych

Cel 3 Zapoznanie studentów z zagadnieniami opływu i modelowania aerodynamicznego

Cel 4 Zapoznanie studentów z zagadnieniami doświadczalnej mechaniki płynów

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 zna podstawowe pojęcia kinematyki płynów i dynamiki płynu doskonałego

**EK2 Umiejętności** Student potrafi wykorzystać równanie Bernoulliego, potrafi też wyznaczyć reakcję hydrodynamiczną płynu na ciało stałe

**EK3 Wiedza** Student rozróżnia podstawowe formy przepływu płynu lepkiego

**EK4 Umiejętności** Student potrafi wyznaczyć spadki ciśnienia wywołane tarciem lepkiem i przeszkodami lokalnymi w przewodach przepływowych

**EK5 Wiedza** Student zna podstawowe zasady modelowania aerodynamicznego

**EK6 Umiejętności** Student potrafi wykorzystać kryterium Reynoldsa i Eulera do modelowania opływu pojazdu samochodowego

**EK7 Umiejętności** Student wykonuje pomiary podstawowych wielkości przepływowych

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Pomiar lepkości cieczy	1
L2	Opływ ciała stałego płynem rzeczywistym	1
L3	Klasyczne doświadczenie Reynoldsa	1
L4	Pomiar strat ciśnienia wywołanych lepkością	1
L5	Pomiar strat miejscowych (lokalnych)	1
L6	Badanie zjawisk kawitacji przepływowej	1
L7	Badanie charakterystyk pompy wirowej	2
L8	Odrabianie ćwiczeń i zaliczanie ćwiczeń zaległych	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wstęp do mechaniki płynów: cel i zakres, pojęcia podstawowe, właściwości makroskopowe płynów, siły działające na płyn	1
<b>W2</b>	Kinematyka płynów: metody badania ruchu płynu, równania toru elementu płynu, równania linii prądu, równanie ciągłości przepływu, definicja strumienia objętości i masy płynu	1
<b>W3</b>	Dynamika płynu doskonałego: równania ruchu płynu doskonałego, warunki całkowalności równań ruchu płynu doskonałego, równanie Bernoulliego, zjawisko kawitacji. Zasada pędu w mechanice płynów	3
<b>W4</b>	Dynamika płynu lepkiego: klasyfikacja ruchu płynu lepkiego, pojęcie liczby Reynoldsa. Przepływ cieczy lepkiej przez przewody zamknięte, uogólnione równanie Bernoulliego, wzór Darcy - Weisbacha, wykres Nikuradse. Równania Navier - Stokesa. Modelowanie aerodynamiczne opływów, podobieństwo opływów. Kryteria podobieństwa zjawisk i procesów. Liczby kryterialne	4

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** 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	18
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	22
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>60</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Test

### 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 podstawowych pojęć kinematyki płynów
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zdefiniować strumień objętości i masy płynu
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 całkowalności ruchu płynu doskonałego
NA OCENĘ 3.0	Student zna interpretację fizykalną i geometryczną równania Bernoulliego
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 podstawowych 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 4	
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 przez prostą rurę
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 zasad podobieństwa przepływów
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wyznaczyć z równań Navier - Stokesa wzory czterech liczb kryterialnych
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 interpretacji fizykalnych podstawowych liczb kryterialnych
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wykorzystać kryterium Reynoldsa do modelowania ruchu płynu lepkiego
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 objaśnić podstawowych pojęć związanych z opływem ciała stałego
NA OCENĘ 3.0	Student wykonuje proste pomiary wielkości przepływowych w obszarze przepływu (opływu)
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_W12	Cel 1	L1 L2 L3	N1 N2 N3	F1 F2 F3
EK2	K1_W18	Cel 2	L4	N1 N2 N3	F1 F2 F3
EK3	K1_W18, K1_UP07	Cel 3	L4	N1 N2 N3	F1 F2 F3
EK4	K1_W12, K1_UP07	Cel 3	L4	N1 N2 N3	F1 F2 F3
EK5	K1_W12	Cel 3	L3 L4	N1 N2 N3	F1 F2 F3
EK6	K1_W12, K1_W18, K1_UP07	Cel 4		N2 N3	F2 F3 P1
EK7	K1_UP07, K1_K07	Cel 5		N2 N3	F1 F2 F3 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] **Wolf - H. Hucho** — *Aerodynamika samochodu*, Warszawa, 1988, WKŁ
- [2 ] **Jerzy Piechna** — *Podstawy aerodynamiki pojazdów*, Warszawa, 2000, WKŁ
- [3 ] **Eustachy Burka, Tomasz Nałęcz** — *Mechanika płynów w przykładach. Teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, 1994, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] **Ryszard Gryboś** — *Podstawy mechaniki płynów*, Warszawa, 2002, PWN
- [2 ] **Cameron Tropea, Alexander Yarin, John Foss** — *Handbook of Experimental Fluid Mechanics*, Berlin, 2007, Springer

## 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)

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