

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Zaawansowana mechanika obliczeniowa (Advanced Computational Mechanics)

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Computational fluid mechanics
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM MIBM oIIS D1 15/16
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	3

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	15	0	0	30	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z klasyfikacją przepływów, metodami numerycznymi w mechanice płynów, numerycznym rozwiązywaniem równań Naviera-Stokesa, zastosowaniami numerycznej mechaniki płynów w praktyce inżynierskiej.

**Cel 2** Zdobywanie podstawowej wiedzy teoretycznej niezbędnej przy numerycznym modelowaniu przepływu płynów

oraz rozwiązywaniu złożonych zjawisk przepływowych, zachodzących w maszynach i urządzeniach przepływowych.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiadomości z mechaniki płynów w zakresie inżynierskich studiów pierwszego stopnia.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu modelowania przepływu płynów, metod numerycznych stosowanych do symulacji przepływu płynu.

**EK2 Wiedza** Student ma podstawową wiedzę w zakresie adaptacji siatek do rozważanego problemu mechaniki płynów, przygotowania siatki obliczeniowej, dyskretyzacji geometrii obszaru, dyskretyzacji równań modelu ciągłego i nałożenia na siatkę obliczeniową odpowiednich warunków brzegowych oraz warunków początkowych.

**EK3 Umiejętności** Student potrafi zamodelować przepływ płynu z wykorzystaniem komercyjnych programów komputerowych, przedstawić i przeprowadzić analizę otrzymanych wyników obliczeń.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi dokonać oceny wiarygodności wyników symulacji komputerowej oraz ich interpretacji.

**EK5 Kompetencje społeczne** Student posiada umiejętność prezentowania wyników przeprowadzonej analizy wobec grupy oraz praca w zespole.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Introduction to computational fluid dynamics, basic concepts of kinematics and dynamics of fluids, principle of conservation of mass and momentum for fluids. Classification of fluid flow, hyperbolic flows, parabolic, elliptical, mixed flow.	3
<b>W2</b>	Numerical methods in fluid mechanics, discretization methods, numerical grid, the method of obtaining solutions, the convergence criteria. Finite volume method: use patterns, boundary conditions.	5
<b>W3</b>	Numerical solving the Navier-Stokes equations, turbulent flows, direct method, the method of large eddies, the Reynolds equation, modeling of turbulent stress tensor, incompressible and compressible flows, aerodynamic flows with free surface, the initial and boundary conditions.	7

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Numerical analysis of velocity and pressure distribution in internal, steady and laminar flow of incompressible liquid in duct with different cross-section shape.	5

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K2</b>	Numerical analysis of turbulent pipe-flow using commercial software (FVM - Finite Volume Method); comparison of different turbulence energy equation models.	5
<b>K3</b>	Numerical simulation of external flow over solid body using FVM; symmetry boundary conditions, accuracy analysis and mesh sensitivity study.	5
<b>K4</b>	CFD analysis of non-newtonian, shear-thickening liquid rotating in annular pipe gap, caused by the rotation of the inner pipe; creating and expression for shear rate dependent viscosity.	5
<b>K5</b>	Introduction to project subjects and indication of problems for individual projects and presentations. Individual work on projects with support of a group and teacher. Reporting of individual work on projects; issue of project report and giving a short multimedia presentation on project results.	10

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Laboratorium komputerowe

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	45
Konsultacje przedmiotowe	15
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	10
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

P2 Zaliczenie pisemne

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Obecność na laboratorium komputerowym

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt indywidualny

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi sklasyfikować przepływ płynu, podać zasady zachowania.

NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi przygotować siatkę dla zadanej geometrii i nałożyć na siatkę warunki brzegowe.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi rozwiązać zadanie przepływowe wykorzystując wybrany program komercyjny CFD.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi ocenić poprawność uzyskanych wyników obliczeń numerycznych.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zaprezentować wyniki przeprowadzonej analizy i uzasadnić dobór metod obliczeniowych.
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	K2_W03, K2_W05, K2_W07, K2_K05, K2_K07	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 K1 K2 K3 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK2	K2_W03, K2_W05, K2_W07, K2_K04, K2_K07	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 K1 K2 K3 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK3	K2_W03, K2_W05, K2_W07, K2_K05, K2_K07	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 K1 K2 K3 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK4	K2_W03, K2_W05, K2_W07, K2_K05, K2_K07	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 K1 K2 K3 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK5	K2_W02, K2_W05, K2_W07, K2_K05, K2_K07	Cel 1 Cel 2	W1 W2 W3 K1 K2 K3 K4 K5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] Ferziger J.H., Peric M. — *Computational Methods for Fluid Dynamics*, Berlin, 2002, Springer

[2 ] Anderson J. D. — *Computational Fluid Dynamics*, Nowy Jork, 1995, McGraw-Hill

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] Prosnak W. — *Wprowadzenie do numerycznej mechaniki płynów*, Wrocław, 1993, Ossolineum

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż., prof. PK Stanisław Walczak (kontakt: [stanislaw.walczak@pk.edu.pl](mailto:stanislaw.walczak@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

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

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

.....

.....