

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Budownictwo

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: BUD

Stopień studiów: I

Specjalności: Bez specjalności - studia w języku angielskim

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metody obliczeniowe
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Computational Methods
KOD PRZEDMIOTU	WIL BUD oIS B13 14/15
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	4

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA AUDYTORYJNE	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKTY	SEMINARIUM
4	15	0	0	30	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Student should get acquainted with mathematical modelling, in particular local and global formulation of problems of mathematical physics.

**Cel 2** Student should learn about methods of finding approximate solutions, in particular Finite Element Method (FEM)

**Cel 3** Student should learn FEM for bar structures and two-dimensional problems of stationary heat transfer and continuum mechanics

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

1 Knowledge from courses of mathematics, information technology, applied mathematics and numerical methods, in particular the following subjects: functions of many variables, differential and integral calculus, differential equations, matrix and tensor calculus, basics of programming in Matlab/Octave, solution of set of linear equations, approximation, interpolation, numerical integration, foundations of finite difference method

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Ability to derive global formulation of a problem from local one

**EK2 Umiejętności** Ability to find approximate solution of a simple ordinary differential equation using FEM

**EK3 Wiedza** Knowledge of FEM algorithm for bar structures

**EK4 Umiejętności** Ability to find FE solution for two-dimensional bar structure (truss, beam, frame)

**EK5 Wiedza** Knowledge of formulation and FEM algorithm for two-dimensional problem of stationary heat flow

**EK6 Umiejętności** Ability to solve two-dimensional problem of stationary heat flow using FEM

**EK7 Wiedza** Knowledge of formulation and FEM algorithm for plane stress problem

**EK8 Umiejętności** Ability to solve plane stress problem using FEM

**EK9 Umiejętności** Ability to assess critically obtained results of numerical analysis

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Computer simulations in mechanics and engineering. Mathematical modelling.	1
<b>W2</b>	Local and global formulation of BVPs. Weighted residual, Galerkin method, approximation.	1
<b>W3</b>	Finite element method (FEM).	1
<b>W4</b>	FEM for bar structures.	3
<b>W5</b>	FEM formulation for 2D problems - stationary heat flow.	2
<b>W6</b>	Overview of 1D/2D/3D elements. Conditions for solution convergence.	1
<b>W7</b>	FEM for 2D problems of mechanics - statics of a panel.	2
<b>W8</b>	Estimation of approximation error.	1
<b>W9</b>	FEM for different structures. Isoparametric finite elements.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W10</b>	Simulations of frame buckling and vibrations using FEM.	2

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	ROBOT package - introduction, solution of a frame - exercise.	2
<b>K2</b>	MATLAB language - recapitulation, approximation using interpolation functions - exercise.	4
<b>K3</b>	Solution of ODE using FEM - exercise.	1
<b>K4</b>	Solution of bar structures (beam, truss, frame) using FEM (assignments 1,2).	9
<b>K5</b>	FEM simulation of heat flow - MATLAB toolboxes Heat-MIL and Calfem (assignment 3).	4
<b>K6</b>	Computation of stresses in panel using FEM - ROBOT package (assignment 4).	6
<b>K7</b>	Delivery of assignments.	2
<b>K8</b>	FEM for buckling and dynamics - exercise.	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Dyskusja

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

## 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	3
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	20
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>45</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Ćwiczenie praktyczne

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Kolokwium

P2 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** The presence at lectures and laboratory exercises is compulsory. If an assignment report is delivered with a delay, the grade will be lowered. Assignments 1 and 2 have to be delivered before test 1, assignment 3 before test 2. Assignment 4 must be delivered by the summer break.

**W2** Test 1 takes place at additional class in week no. 8 and covers lectures 1-6 and labs 1-7. Test 2 takes place after lecture 13 and covers lectures 7-13 and labs 8-13. There will be one more opportunity to take each of the tests after the results are announced. For those who do not pass (one of) the two tests, additional tests can be held in the first half of September, but only for the students who have a positive grade for laboratory classes and scored at least 30% of points to be obtained in tests 1-2.

**W3** The grade recorded in student's index book is computed as:  $0.5 * \text{lab grade} + 0.5 * \text{average grade from 2 tests}$ .

**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA**
**B1** Projekt indywidualny

**B2** Test

**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student is able to derive global formulation of a problem from a local one.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student is able to find approximate solution of a simple ordinary differential equation using FEM.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student knows the FEM algorithm for bar structures.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student is able to compute FE solution for a two-dimensional truss, beam and frame using available software.

NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student knows the formulation and FEM algorithm for two-dimensional problem of stationary heat flow.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student is able to solve two-dimensional problem of stationary heat flow using FEM software.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student knows the formulation and FEM algorithm for two-dimensional plane stress problem.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	F

NA OCENĘ 3.0	Student is able to solve two-dimensional plane stress problem using FEM software.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A
EFEKT KSZTAŁCENIA 9	
NA OCENĘ 2.0	F
NA OCENĘ 3.0	Student is able to assess critically the obtained results of numerical analysis.
NA OCENĘ 3.5	D
NA OCENĘ 4.0	C
NA OCENĘ 4.5	B
NA OCENĘ 5.0	A

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W01, K_U03	Cel 1	w1 k1 k2	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK2	K_W01, K_W04	Cel 2	w2 k3	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK3	K_W05, K_U04	Cel 3	w3 w4 w10 k4 k8	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK4	K_W05, K_W11, K_U04, K_U05, K_U06	Cel 3	w3 w4 w10 k4 k8	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK5	K_W11, K_W13	Cel 3	w5 w6 k5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK6	K_U03, K_U12	Cel 3	w5 w6 k5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK7	K_W01, K_W04, K_W11	Cel 3	w7 w9 k6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK8	K_U03, K_U06, K_U11, K_K02	Cel 3	w7 w9 k6	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2
EK9	K_W01, K_W04	Cel 2	w8 k7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **P.-E. Austrell et al** — *CALFEM - a finite element toolbox, version 3.4*, Sweden, 2004, Structural Mechanics, LTH
- [2] | **R.D. Cook** — *Finite Element Method for Stress Analysis*, New York, 1995, J. Wiley & Sons
- [3] | **N. Ottosen and H. Petersson** — *Introduction to the Finite Element Method*, Harlow, England, 1992, Prentice Hall

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Cz. Cichoń, W. Cecot, J. Krok, P. Pluciński** — *Metody komputerowe w liniowej mechanice konstrukcji*, Kraków, 2010, Wydawnictwo PK
- [2] | **M. Radwańska** — *Metody komputerowe w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji*, Kraków, 2004, Wydawnictwo PK
- [3] | **G. Rakowski, Z. Kacprzyk** — *Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji*, Warszawa, 2005, Oficyna Wydawnicza PW

### LITERATURA DODATKOWA

- [1] | Online documentation of ROBOT package
- [2] | WWW.L5.pk.edu.pl - instruction documents online
- [3] | C.A. Felippa, Introduction to Finite Element Methods, University of Colorado, <http://www.colorado.edu/engineering/CAS/>

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Jerzy Pamin (kontakt: [j.pamin@15.pk.edu.pl](mailto:j.pamin@15.pk.edu.pl))





## OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Roman Putanowicz (kontakt: )

2 dr inż. Małgorzata Stojek (kontakt: )

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....

.....