

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

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<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Computational Methods |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIL BUD oIS B14 21/22 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty podstawowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                  |
| SEMESTRY                                | 4                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA<br>AUDYTORYJNE | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>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), and get prepared to participation in scientific research

**Cel 3** Student should learn FEM for bar structures

**Cel 4** Student should learn FEM 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 a mathematical package, 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

| LABORATORIA KOMPUTEROWE |                                                                                                |                  |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                      | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>               | FEM package for civil engineers - introduction, solution of a beam, truss and frame - exercise | 6                |
| <b>K2</b>               | Solution of ODE using FEM - exercise                                                           | 2                |
| <b>K3</b>               | Solution of bar structures using FEM (assignments 1, 2)                                        | 8                |
| <b>K4</b>               | Simulation of heat flow using general purpose FE code and mathematical package (assignment 3)  | 6                |
| <b>K5</b>               | Computation of stresses in a panel using FEM package for civil engineers (assignment 4)        | 4                |
| <b>K6</b>               | Delivery of assignments                                                                        | 2                |
| <b>K7</b>               | FEM for buckling or dynamics - exercise                                                        | 2                |

| WYKŁAD     |                                                                           |                  |
|------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                    | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b>  | Computer simulations in mechanics and engineering, mathematical modelling | 1                |
| <b>W2</b>  | Local and global formulation of BVPs, approximation, Galerkin method      | 1                |
| <b>W3</b>  | Finite element method (FEM)                                               | 1                |
| <b>W4</b>  | FEM for bar structures                                                    | 4                |
| <b>W5</b>  | FEM formulation for 2D problems - stationary heat flow                    | 2                |
| <b>W6</b>  | Overview of 1D/2D/3D elements                                             | 1                |
| <b>W7</b>  | FEM for 2D problem of statics of a panel (plane stress)                   | 2                |
| <b>W8</b>  | Estimation of approximation error                                         | 1                |
| <b>W9</b>  | Isoparametric finite elements                                             | 1                |
| <b>W10</b> | Simulations of frame buckling or vibrations using FEM                     | 1                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Dyskusja

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 45                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 0                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 0                                                       |
| kolokwia                                                                                         | 4                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 15                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 15                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>89</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Projekt indywidualny

**F2** Ćwiczenie praktyczne

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Średnia ocen z 2 kolokwiów

**P2** Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** The presence at laboratory exercises is compulsory (student can be absent maximum 3 times). If an assignment report is delivered with a delay, the grade will be lowered

**W2** 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

**W3** Tests take place at additional classes scheduled in agreement with students. There is one more opportunity to take each tests (resiit). In justified cases, one more resit can be held in examination session

**W4** The grade recorded in student's index book is computed as weighted average of lab grade and 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 SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               |                                                                                | Cel 1           | k1 w1             | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK2               |                                                                                | Cel 2           | k2 w2             | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               |                                                                                | Cel 3           | k3 k7 w3 w4 w10   | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               |                                                                                | Cel 3           | k3 k7 w3 w4 w10   | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK5               |                                                                                | Cel 4           | k4 w5 w6          | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK6               |                                                                                | Cel 4           | k4 w5 w6          | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK7               |                                                                                | Cel 4           | k5 w7 w9          | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK8               |                                                                                | Cel 4           | k5 w7 w9          | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |
| EK9               |                                                                                | Cel 2           | k6 w8             | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Chair L10** — *www.cce.pk.edu.pl - learning materials online*, Kraków, 2020, Politechnika Krakowska
- [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] | **P.-E. Austrell et al** — *CALFEM - a finite element toolbox, version 3.4*, Lund, 2004, Structural Mechanics, LTH Sweden
- [2] | **J. Fish, T. Belytschko** — *A First Course in Finite Elements*, Chichester, 2007, J. Wiley & Sons

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. Jerzy Pamin (kontakt: )
- 2 dr inż. Balbina Wcisło (kontakt: )
- 3 dr inż. Roman Putanowicz (kontakt: )

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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