

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Budownictwo

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: BUD

Stopień studiów: I

Specjalności: Bez specjalności

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

| | |
|---|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU | Metody obliczeniowe |
| NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM | Computational Methods |
| KOD PRZEDMIOTU | WIL BUD oIS B14 22/23 |
| 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 Zapoznanie studentów z modelowaniem matematycznym w zakresie sformułowań lokalnych i globalnych prostych problemów fizyki matematycznej.

Cel 2 Zapoznanie studentów z metodami poszukiwania rozwiązań przybliżonych, w szczególności metody elementów skończonych (MES), i przygotowanie studentów do prowadzenia badań naukowych.

Cel 3 Zapoznanie studentów z MES dla ustrojów prętowych.

Cel 4 Zapoznanie studentów z MES dla zadań dwuwymiarowych stacjonarnego przepływu ciepła i mechaniki.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza z zakresu matematyki (sem. 1,2), technologii informacyjnej (sem.1) oraz matematyki stosowanej i metod numerycznych (sem.3), a w szczególności znajomość następujących zagadnień: funkcje wielu zmiennych, rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe, rachunek macierzowy i tensorowy, podstawy programowania w języku pakietu matematycznego, rozwiązywanie układów równań liniowych, aproksymacja, interpolacja, całkowanie numeryczne, podstawy metody różnic skończonych.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Umiejętności Umiejętność zbudowania sformułowania globalnego problemu na podstawie sformułowania lokalnego

EK2 Umiejętności Umiejętność znalezienia rozwiązania przybliżonego równania różniczkowego zwyczajnego metodą elementów skończonych (MES)

EK3 Wiedza Znajomość algorytmu MES dla układów prętowych

EK4 Umiejętności Umiejętność rozwiązywania MES dwuwymiarowej konstrukcji prętowej: belkowej, kratowej, ramowej

EK5 Wiedza Znajomość sformułowania i algorytmu MES dla dwuwymiarowego zagadnienia stacjonarnego przepływu ciepła

EK6 Umiejętności Umiejętność rozwiązywania problemu stacjonarnego przepływu ciepła w 2D MES

EK7 Wiedza Znajomość sformułowania i algorytmu MES dla dwuwymiarowego zadania płaskiego stanu naprężenia

EK8 Umiejętności Umiejętność rozwiązywania problemu płaskiego stanu naprężenia w 2D MES

EK9 Umiejętności Umiejętność krytycznej oceny uzyskanych wyników analizy numerycznej

6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD | | |
|-----------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| W1 | Symulacje komputerowe w mechanice i inżynierii lądowej. Modelowanie matematyczne | 1 |
| W2 | Sformułowanie lokalne i globalne, aproksymacja, metoda Galerkina | 1 |
| W3 | Metoda elementów skończonych (MES) | 1 |
| W4 | MES dla konstrukcji prętowych | 4 |
| W5 | Sformułowanie MES dla zadań dwuwymiarowych - ustalony przepływ ciepła | 2 |

| WYKŁAD | | |
|------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| W6 | Przegląd elementów skończonych 1D/2D/3D. | 1 |
| W7 | MES dla zadania dwuwymiarowego statyki konstrukcji w płaskim stanie naprężenia | 2 |
| W8 | Oszacowanie błędu aproksymacji | 1 |
| W9 | Izoparametryczne elementy skończone | 1 |
| W10 | MES - stateczność lub dynamika konstrukcji prętowych | 1 |

| LABORATORIA KOMPUTEROWE | | |
|-------------------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| K1 | Zapoznanie się z pakietem MES dla inżynierów budownictwa, analiza belki, kratownicy i ramy płaskiej, ćwiczenie | 6 |
| K2 | Rozwiązanie MES zagadnienia mechanicznego 1D | 2 |
| K3 | Rozwiązywanie ustrojów prętowych MES (proj. 1 i 2) | 8 |
| K4 | Symulacja przepływu ciepła programem MES ogólnego zastosowania i pakietem matematycznym (proj. 3) | 6 |
| K5 | Wyznaczenie stanu naprężenia MES programem MES dla inżynierów budownictwa (proj. 4) | 4 |
| K6 | Zaliczanie projektów | 2 |
| K7 | Stateczność lub dynamika konstrukcji, ćwiczenie | 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 |
|--|---|
| Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym: | |
| Godziny wynikające z planu studiów | 45 |
| Konsultacje przedmiotowe | 0 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 0 |
| kolokwia | 4 |
| Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym: | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 15 |
| Opracowanie wyników | 10 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 15 |
| SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA | 89 |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU | 3.00 |

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Ćwiczenie praktyczne

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia z ocen z kolokwiów/kartków

P2 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Podstawą uzyskania zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwiów/kartków i zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych

W2 Obecność na ćwiczeniach laboratoryjnych jest obowiązkowa (dopuszczalne są maksymalnie 3 nieobecności na laboratoriach)

W3 Niedotrzymanie terminu zaliczenia projektu powoduje obniżenie oceny

W4 Proj. 1 i 2 muszą być zaliczone przed kolokwium z zakresu pierwszej części przedmiotu

W5 Proj. 3 powinien być zaliczony przed początkiem sesji egzaminacyjnej

W6 Proj. 4 powinien być zaliczony do końca przedwakacyjnej sesji egzaminacyjnej

W7 Kolokwia zaliczeniowe oraz zaliczeniowe poprawkowe i ewentualnie dodatkowe odbywają się w terminach uzgodnionych

W8 Ocena z przedmiotu wpisywana do indeksu będzie średnią ważoną oceny z laboratorium i średniej ocen z kolokwiów/kartków

KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 | |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0 | F |
| NA OCENĘ 3.0 | Student umie zbudować sformułowanie globalne problemu na podstawie sformułowania lokalnego |
| 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 umie znaleźć rozwiązanie przybliżone równania różniczkowego zwyczajnego MES |
| 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 zna algorytm MES dla układów prętowych |
| 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 umie obliczyć rozwiązanie MES dla dwuwymiarowej konstrukcji prętowej: belkowej, kratowej, ramowej |
| 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 zna sformułowanie i algorytm MES dla dwuwymiarowego zagadnienia stacjonarnego przepływu ciepła |
| 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 umie rozwiązać problem stacjonarnego przepływu ciepła w 2D MES |
| 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 zna sformułowanie i algorytm MES dla dwuwymiarowego zadania płaskiego stanu naprężenia |
| 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 umie rozwiązać problem płaskiego stanu naprężenia MES |
| 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 umie krytycznie ocenić uzyskane wyniki analizy numerycznej |
| 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 | K_W01 K_U03 | Cel 1 | w1 k1 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |
| EK2 | K_W01 K_U04 | Cel 2 | w2 k2 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |
| EK3 | K_W05 K_U04 | Cel 3 | w3 w4 w10 k3 k7 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |
| EK4 | K_W05 K_W11 K_U04 K_U05 K_U06 | Cel 3 | w3 w4 w10 k3 k7 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |
| EK5 | K_W11 K_W13 | Cel 4 | w5 w6 k4 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |
| EK6 | K_W13 K_U03 | Cel 4 | w5 w6 k4 | 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 4 | w7 w9 k5 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |
| EK8 | K_U03 K_U06 K_U11 | Cel 4 | w7 w9 k5 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |
| EK9 | K_W01 K_W04 K_K02 | Cel 2 | w8 k6 | N1 N2 N3 N4 | F1 F2 P1 P2 |

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] **Katedra L10** — *www.cce.pk.edu.pl - materiały dydaktyczne online*, Kraków, 2020, Politechnika Krakowska
- [2] **Cz. Cichoń, W. Cecot, J. Krok, P. Pluciński** — *Metody komputerowe w liniowej mechanice konstrukcji*, Kraków, 2010, Politechnika Krakowska
- [3] **M. Radwańska** — *Metody komputerowe w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji*, Kraków, 2004, Politechnika Krakowska

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] **R.D. Cook** — *Finite Element Method for Stress Analysis*, Malden, 1995, J. Wiley & Sons
- [2] **N. Ottosen, H. Petersson** — *Introduction to the Finite Element Method*, Prentice Hall, 1992, Prentice Hall
- [3] **G. Rakowski, Z. Kacprzyk** — *Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji*, Warszawa, 2005, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [4] **J. Fish, T. Belytschko** — *A First Course in Finite Elements*, Chichester, 2007, J. Wiley & Sons

LITERATURA DODATKOWA

- [1] **P.-E. Austrell et al** — *CALFEM - a finite element toolbox*, Lund, 2004, LTH Sweden
- [2] — *FEM/BEM Notes*, www.bioeng.auckland.ac.nz/miss/fembemnotes/fembemnotes.pdf, 2005, University of Auckland, New Zealand

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab. inż. Witold Cecot (kontakt:)
- 3 prof. dr hab. inż. Jerzy Pamin (kontakt:)
- 4 dr hab. inż. Jan Jaśkowiec (kontakt:)
- 5 dr hab. Irena Jaworska (kontakt:)
- 6 dr inż. Jacek Magiera (kontakt:)
- 7 dr. inż. Piotr Pluciński (kontakt:)
- 8 dr inż. Marek Klimczak (kontakt:)
- 9 dr inż. Małgorzata Stojek (kontakt:)
- 10 d inż. Balbina Wcisło (kontakt:)
- 11 dr inż. Anna Stankiewicz (kontakt:)
- 12 dr inż. Magdalena German (kontakt:)
- 13 mgr inż. Marzena Mucha (kontakt:)
- 14 mgr inż. Mateusz Dryzek (kontakt:)
- 15 dr inż. Marta Oleksy (kontakt:)
- 16 dr inż. Waclaw Reczek (kontakt:)
- 17 dr inż. Adam Wosatko (kontakt:)
- 18 dr inż. Michał Pazdanowski (kontakt:)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)



PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....