

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Biomedyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: L

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria kliniczna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

| | |
|---|---|
| NAZWA PRZEDMIOTU | Podstawy MES/Introduction to engineering applications of the FEM-part I |
| NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM | Introduction to engineering applications of the FEM-part I |
| KOD PRZEDMIOTU | L213 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS | 3.00 |
| SEMESTRY | 4 |

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM KOMPUTERO- WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 4 | 15 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 |

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 wprowadzenie do współczesnych metod analizy wytrzymałościowej, sztywnościowej i statecznościowej konstrukcji inżynierskich; zapoznanie się z komercyjnym pakietem obliczeniowym dla konstrukcji inżynierskich

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 zaliczone przedmioty: Mechanika ogólna, Wytrzymałość materiałów

2 znajomość podstawowych operacji na macierzach i wektorach

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza znajomość podstawowych pojęć metody elementów skończonych

EK2 Wiedza rozumienie procesu agregacji elementów w strukturę, wprowadzania warunków brzegowych

EK3 Wiedza rozumienie problemu transformacji między układami lokalnymi i globalnym, sposobu wyznaczania stopni swobody, sił węzłowych, odkształceń, naprężeń

EK4 Umiejętności zastosowanie praktyczne pakietu ANSYS do modelowania, analizy wytrzymałościowej i projektowania prostych konstrukcji prętowych i powierzchniowych

6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE | | |
|--------------------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| K1 | Wprowadzenie do praktycznych obliczeń. Wstępne zapoznanie się z systemem ANSYS; konfiguracja programu | 2 |
| K2 | Budowa prostego modelu belkowego pod dyktando. Pojęcia obiektów definiujących strukturę (punkt bazowy, linia, powierzchnia), wybór elementu z biblioteki, wprowadzanie własności geometrycznych i materiałowych. Nakładanie więzów i przykładanie obciążeń | 3 |
| K3 | Przegląd i analiza wyników po rozwiązaniu. Wykresy deformacji, sił wewnętrznych, naprężeń dla prostej belki | 2 |
| K4 | Analiza przestrzennego układu ramowego na bazie umiejętności nabytych w ćwiczeniu z belką; tekstowy zapis modelu konstrukcji w APDL | 3 |
| K5 | Przykładowa analiza modelu w płaskim stanie naprężenia. Uwagi o operacjach na modelu (dodawanie i odejmowanie powierzchni). Określanie gęstości siatki i testowanie zbieżności rozwiązania; | 4 |
| K6 | Estymatory błędów; poprawa jakości rozwiązania; narzędzia query results, path operations, redirect plots itp. | 2 |
| K7 | Wprowadzenie do zaawansowanego modelowania konstrukcji belkowych: beam tool, meshtool, atrybuty, orientacja przekroju, obciążenia ciągłe i masowe | 2 |
| K8 | Samodzielne rozwiązanie przykładowego zadania dla konstrukcji ramowej o wielu przekrojach belek i wielu zastosowanych materiałach, z udziałem obciążenia ciągłego | 4 |
| K9 | Wprowadzenie do liniowej analizy stateczności i analiza stateczności konstrukcji prętowej | 3 |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE | | |
|--------------------------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| K10 | Praktyczne zastosowanie pakietu optymalizacji do wyznaczania wymiarów przekrojów konstrukcji belkowych | 3 |
| K11 | kolokwium zaliczeniowe - samodzielne wykonanie modelowania i obliczeń | 2 |

| WYKŁAD | | |
|-----------|--|------------------|
| LP | TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA GODZIN |
| W1 | Motywacja do stosowania współczesnych metod obliczeniowych. Proces przejścia od rzeczywistych konstrukcji do numerycznych modeli obliczeniowych. | 2 |
| W2 | Wprowadzenie do MES na przykładzie kratownicy; element: stopnie swobody, macierze w układzie lokalnym elementu: geometryczna (odkształceń), sił (uogólnionych naprężeń), sztywności; struktura: agregacja, macierze w układzie globalnym, podstawowy układ równań MES, wprowadzenie warunków brzegowych, wyznaczanie reakcji | 2 |
| W3 | rozszerzenie na przypadek konstrukcji belkowych (zginanie), pojęcie funkcji kształtu na przykładzie elementu belkowego; transformacja do układu globalnego i powrotna do układów lokalnych | 2 |
| W4 | przykład elementu płaskiego trójkątnego o stałym odkształceniu; omówienie elementów wyższych rzędów powierzchniowych i przestrzennych; elementy dostosowane; pojęcie punktów całkowania Gaussa; dyskretyzacja warunków brzegowych i obciążeń | 2 |
| W5 | estymatory dokładności rozwiązania mes; ogólny schemat algorytmu mes; przemieszczeniowe stopnie swobody; podział zadań między projektantem i systemem komputerowym; definiowanie własności materiałowych w ANSYS, w tym zależnych od temperatury oraz materiałów sprężysto-plastycznych; metoda select w ANSYS. | 2 |
| W6 | zastosowanie pakietu ANSYS do zadania optymalnego doboru parametrów modelu; zastosowanie pakietu ANSYS do zadania projektowania probabilistycznego | 2 |
| W7 | poszerzenie informacji o pracy z programem ANSYS: bieżący układ współrzędnych, układy lokalne, układ węzłowy, układ wynikowy; analiza buckling | 2 |
| W8 | wskazanie dalszych zagadnień analizy mes (zadania nieliniowe, analizy inne niż statyczna, praca nad modelowaniem, siatką elementów, dokładnością rozwiązania; test zaliczeniowy | 1 |

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Prezentacje multimedialne

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 | 6 |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji | 4 |
| Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym: | |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury | 35 |
| Opracowanie wyników | 0 |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji | 0 |
| SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA | 90 |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU | 3.00 |

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Ćwiczenie praktyczne (zaliczenie laboratorium)

F2 Kolokwium (zaliczenie wykładu)

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących $0.3 \cdot \text{wykład} + 0.7 \cdot \text{labkomp}$

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 obecność na wykładach i laboratorium oraz zaliczenie testu i laboratorium

KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 | |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0 | — |

| | |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 3.0 | umiejętność wyjaśnienia pojęć: element skończony, stopnie swobody, macierze elementowe, podstawowy układ mes, dyskretyzacja konstrukcji, warunków brzegowych i obciążeń |
| NA OCENĘ 3.5 | — |
| NA OCENĘ 4.0 | jak na 3.0 + wyjaśnienie problemu transformacji między układami współrzędnych; rozumienie pojęć 'elementy liniowe' i 'elementy wyższego rzędu', w tym dostosowane |
| NA OCENĘ 4.5 | — |
| NA OCENĘ 5.0 | jak na 4.0 + rozumienie metod całkowania numerycznego, estymatorów błędu, przejścia od konstrukcji rzeczywistej do modelu w elementach skończonych, |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 | |
| NA OCENĘ 2.0 | — |
| NA OCENĘ 3.0 | wyjaśnienie reguł agregacji elementów w strukturę oraz procesu budowy globalnej macierzy sztywności |
| NA OCENĘ 3.5 | — |
| NA OCENĘ 4.0 | — |
| NA OCENĘ 4.5 | — |
| NA OCENĘ 5.0 | — |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 | |
| NA OCENĘ 2.0 | — |
| NA OCENĘ 3.0 | wyjaśnienie konieczności transformacji macierzy i wektorów między układami lokalnymi i układem globalnym; wyjaśnienie w jaki sposób wyznacza się reakcje więzów w mes; wyjaśnienie jak wyliczane są odkształcenia i naprężenia w mes |
| NA OCENĘ 3.5 | — |
| NA OCENĘ 4.0 | — |
| NA OCENĘ 4.5 | — |
| NA OCENĘ 5.0 | — |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 | |
| NA OCENĘ 2.0 | — |
| NA OCENĘ 3.0 | samodzielne wykonanie przynajmniej jednego z dwóch zadań modelowania i obliczeń prostej konstrukcji |
| NA OCENĘ 3.5 | — |
| NA OCENĘ 4.0 | jak na 3.0 + częściowe rozwiązania drugiego tematu |

| | |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 4.5 | — |
| NA OCENĘ 5.0 | jak na 4.0 + całkowite, bezbłędne rozwiązanie obu postawionych zadań |

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_W07 K1_W11 K1_UO02 K1_UP02 K1_K01 | Cel 1 | W1 W2 W3 W4 W5 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |
| EK2 | K1_W07 K1_W11 K1_UO02 K1_UP02 K1_K01 | Cel 1 | W2 W3 W4 W5 W6 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |
| EK3 | K1_W07 K1_W11 K1_UO02 K1_UP02 K1_K01 | Cel 1 | W3 W4 W5 W6 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |
| EK4 | K1_W07 K1_W11 K1_UO02 K1_UP02 K1_K01 | Cel 1 | W7 W8 | N1 N2 N3 | F1 F2 P1 |

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **J. Bielski** — *Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań metody elementów skończonych*, Kraków, 2010, Wydawnictwo PK
- [2] | **S. Łaczek** — *Wprowadzenie do systemu elementów skończonych ANSYS*, Kraków, 1999, Wydawnictwo PK

[3] | **S. Łaczek** — *Modelowanie i analiza konstrukcji w systemie MES ANSYS v.11*, Kraków, 2011, Wydawnictwo PK

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **O.C. Zienkiewicz** — *Metoda elementów skończonych*, Warszawa, 1972, Arkady
- [2] | **R. Bąk, T. Burczyński** — *Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego*, Warszawa, 2001, WNT
- [3] | **T. Zagrajek, G. Krzesiński, P. Marek** — *Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji; ćwiczenia z zastosowaniem systemu ANSYS*, Warszawa, 2005, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [4] | **J. Bielski** — *Inżynierskie zastosowania systemu MES*, Kraków, 2013, Wydawnictwo politechniki krakowskiej

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Jan, Jerzy Bielski (kontakt: jan.bielski@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. Jan Bielski (kontakt: Jan.Bielski@pk.edu.pl)
- 2 dr Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl)
- 3 mgr inż. Justyna Miodowska (kontakt: Justyna.Miodowska@pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: Szymon.Hernik@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejsowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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