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 sudiów: stacjonarne | Kod kierunku: L

Stopień studiów: I

Specjalności: Biomechanika urazów

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 komputerowe	Projekt	Seminarium
4	15	0	0	30	0	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 wprowadzenie do współczesnych metod analizy wytrzymałościowej, sztywnościowej i stateczności 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 błędu; 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*wykład+0.7*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_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

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

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .