

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Informatyka Stosowana

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: S

Stopień studiów: I

Specjalności: Informatyka Stosowana

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metoda elementów skończonych II
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Finite elements method II
KOD PRZEDMIOTU	WM INFST oIS C172 18/19
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	15	0	0	15	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Student rozszerza wiedzę nt.MES na przykładzie modelowania złożonych obiektów 2D oraz 3D oraz zapoznaje się z modelowaniem złożonych oraz nieliniowych problemów mechaniki konstrukcji.

Cel 2 Student rozwija znajomość systemu MES ANSYS i potrafi poprawnie zbudować model geometryczny i MES prostej konstrukcji lub złożonego podzespołu, zarówno w trybie dialogowym jak i wsadowym. Następnie potrafi zadać obciążenia i warunki brzegowe w modelu oraz rozwiązać problem i ocenić poprawność rozwiązania.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Student posiada przewidziana programem studiów wiedzę w zakresie analizy matematycznej oraz algebry, modelowania matematycznego, mechaniki i wytrzymałości materiałów, inżynierii materiałowej.
- 2 Student posiada wiedzę zrealizowaną w ramach przedmiotu grafika inżynierska oraz metoda elementów skończonych I.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Wiedza: Student zna podstawy modelowania złożonych konstrukcji w ramach Metody Elementów Skończonych.

EK2 Wiedza Wiedza: Student wie jak zbudować złożony model MES i poprawnie rozwiązać postawiony zaawansowany problem numeryczny oraz ocenić poprawność i dokładność rozwiązania.

EK3 Umiejętności Umiejętności: Student potrafi zamodelować w trybie dialogowym wybrany problem inżynierski wykorzystując komercyjny system MES (np. ANSYS)

EK4 Umiejętności Umiejętności: Student zna podstawy języka APDL i potrafi napisać plik wsadowy do komercyjnego systemu MES ANSYS.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Wprowadzenie do systemu MES ANSYS - dialogowy i wsadowy tryb pracy z systemem. Globalne i lokalne układy współrzędnych. Tworzenie płaskich modeli w trybie "z dołu do góry" oraz "z góry na dół" na przykładzie płaskich i osiowoosymetrycznych modeli MES. Przykłady logicznych operacji Boolea dla obiektów płaskich.	2
K2	Modelowanie płyt i powłok przez wyciąganie powierzchni z wzorca lub za pomocą generacji bezpośredniej. Budowa i analiza przykładowych zadań testowych.	6
K3	Modelowanie bryłowe, definicja płaszczyzny roboczej, prymitywy graficzne. Algebra Boolea dla brył: dodawanie, odejmowanie, część wspólna, nakładanie, sklejanie.	3
K4	Zagadnienia analizy sprężysto-plastycznej konstrukcji inżynierskich, na przykładzie analizy zginanych belek i rozciąganych tarcz. Proste zagadnienia modelowania stateczności konstrukcji, drgania własne i analiza harmoniczna.	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Funkcje kształtu elementu zginanej belki. Wyrażenie krzywizny belki przez funkcje kształtu elementu $Ni(x)$. Sposób obliczania macierzy sztywności elementu zginanej belki. Współrzędne lokalne i globalne elementu belkowego. Zasady zastosowania elementów prętowo-belkowych w obliczeniach przestrzennych konstrukcji ramowych metoda ES. Wprowadzanie warunków brzegowych.	2
W2	Definicja płaskiego stanu naprężenia i odkształcenia przykłady konstrukcyjne. Sposoby zapisu przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w formie wektorowej i macierzowej. Cechy naprężeń i odkształceń. Funkcje kształtu skończonych elementów trójkątnych i czworokątnych (płaski stan naprężenia). Wyrażenie przemieszczeń, odkształceń i naprężeń przez funkcje kształtu $Ni(x,y)$ oraz stopnie swobody elementu. Obliczenie zastępczych sił węzłowych w płaskim elemencie wg zasady prac przygotowanych. Całkowita energia potencjalna płaskiego elementu. Definicja macierzy sztywności płaskiego elementu.	3
W3	Płyty i powłoki, siły wewnętrzne i stopnie swobody. Wyrażenie krzywizny powłoki przez funkcje kształtu elementu $Ni(x, y)$. Powłokowe elementy skończone niższego i wyższego rzędu. Warunki brzegowe, przykłady zastosowań. Przestrzenny stan naprężenia. Funkcje kształtu MES elementów typu tetrahedron i heksahedron, elementy niższego i wyższego rzędu. Warunki brzegowe w zagadnieniach sprężystych rozwiązywanych za pomocą MES.	3
W4	Oszacowanie błędów obliczeń MES. Estymator Zienkiewicza-Zhu i jego pochodne. Zbieżność rozwiązań MES. Adaptacja siatki ES i wg stopnia aproksymacji metody. Podstawowa struktura i przegląd dużych systemów komercyjnych MES.	2
W5	Zagadnienia analizy sprężysto-plastycznej konstrukcji inżynierskich - przykład analizy zginanych belek i rozciąganych tarcz. Proste zagadnienia modelowania stateczności konstrukcji, drgania własne i analiza harmoniczna.	3
W6	Modelowanie zagadnień kontaktu. Program Workbench - prezentacja, obsługa, możliwości programu. Moduły Design Modeler oraz Simulation.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Prezentacje multimedialne

N4 Dyskusja

N5 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	8
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	5
Opracowanie wyników	4
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	8
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	60
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Wykonanie ćwiczeń realizowanych w ramach laboratorium komputerowego

W2 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

W3 Ocena końcowa ustalana jest jako średnia ważona z ocen formujących z przypisaniem wag: 30% oceny z kolokwium z materiałów wykładu oraz 70% z oceny zaliczeniowej laboratorium komputerowego

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

NA OCENĘ 3.0	Student posiada wiedzę w zakresie podstaw teoretycznych MES. Student potrafi zamodelować w systemie MES ANSYS złożoną, przestrzenną konstrukcję belkową, powłokową lub płytową, poprawnie wprowadzić warunki brzegowe i obciążenia w modelu, a następnie określić stan deformacji, ugięcia oraz stan naprężenia w konstrukcji oraz ocenić błąd otrzymanego drogi numerycznej rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	j.w.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	j.w.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	j.w.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-

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_W01, K1_W09, K1_W15	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6	N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK2	K1_W01, K1_W09, K1_W15	Cel 2	W1 W2 W3 W4 W5 W6	N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK3	K1_UP09, K1_UP02, K1_UP05	Cel 1 Cel 2	K1 K2 K3 K4	N1 N2 N3 N4 N5	F2 P1
EK4	K1_UP09, K1_UP02, K1_UP05	Cel 1 Cel 2	K1 K2 K3 K4	N1 N2 N3 N4 N5	F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Łaczek S. — *Modelowanie i analiza konstrukcji w systemie MES ANSYS v.11*, Kraków, 2011, Wyd.PK
- [2] | Radwańska M. — *Metody komputerowe w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji*, Kraków, 2004, Wyd.PK
- [3] | Rakowski G., Kacprzyk Z. — *Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji*, Warszawa, 2005, OWPW
- [4] | O.C.Zienkiewicz, R.L.Taylor — *The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics*, Oxford, 2006, Elsevier

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Łodygowski T., Kąkol W. — *Metoda elementów skończonych w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji*, Poznań, 2003, Alma Mater PP
- [2] | Bijak-Zochowski M., Jaworski A., Krzesinski G., Zagrajek A. — *Mechanika materiałów i konstrukcji (t.II)*, Warszawa, 2006, OWPW

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Bogdan, Artur Szybiński (kontakt: bogdan.szybinski@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Bogdan SZYBIŃSKI (kontakt: boszyb@mech.pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż. Marek BARSKI (kontakt: mbar@mech.pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Paweł ROMANOWICZ (kontakt: promek@mech.pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Stanisław ŁACZEK (kontakt: laczek@mech.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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