

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Transport

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: II

Specjalności: Eksploatacja i niezawodność w transporcie, Eksploatacja i mechatronika samochodowa, Logistyka i spedycja

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Zastosowanie MES w systemach i urządzeniach transportowych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	FEM Application in Transport Systems and Facilities
KOD PRZEDMIOTU	T901
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	1

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
1	0	0	0	0	30	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Student poznaje ogólne zasady modelowania MES na przykładzie obliczeń numerycznych wybranych podzespołów i elementów urządzeń transportowych. Zaznajamia się z określaniem pól naprężeń i deformacji w konstrukcjach, z uwzględnieniem błędu oszacowania.

Cel 2 Student zapoznaje się z działaniem i obsługą wybranego komercyjnego systemu MES. W podanym systemie zaznajamia się z dialogowym i wsadowym trybem tworzeniem modeli geometrycznych, modeli MES oraz

prawidłowym wprowadzaniem obciążeń i warunków brzegowych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Student posiada przewidziana programem studiów wiedzę w zakresie algebry macierzowej, mechaniki, wytrzymałości materiałów oraz podstaw konstrukcji maszyn.
- 2 Student zna podstawy i metody graficznego zapisu konstrukcji (CAD) w zakresie przewidzianym programem studiów.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student zna podstawy geometrycznego modelowania (w ramach MES) prostych i złożonych, typowych podzespołów urządzeń transportowych.
- EK2 Wiedza** Student posiada wiedzę nt. poprawnej budowy modeli MES i zasad uzyskania poprawnego rozwiązania problemu numerycznego wraz z oszacowaniem błędu rozwiązania.
- EK3 Umiejętności** Student potrafi zamodelować w trybie dialogowym wybrany problem inżynierski w zakresie dotyczącym urządzeń transportowych wykorzystując wybrany system MES.
- EK4 Umiejętności** Student potrafi napisać prosty plik wsadowy do systemu MES (np. ANSYS) wykorzystując podstawowe komendy odpowiedniego języka programowania (w przypadku ANSYSa - APDL).

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Przykłady zjawisk modelowanych komputerowo. Koncepcja MES na przykładzie rozwiązania równania Poissona. Pojęcie, definicja i przykłady funkcji próbnych (kształtu). Błędy numerycznego modelowania rzeczywistych obiektów w MES. Definicja stopni swobody elementu skończonego. Agregacja elementów w metodzie przemieszczeń. Warunki brzegowe w zadaniach MES.	3
P2	Elementy prętowe - obliczenie macierzy sztywności rozciąganego pręta metodą klasyczną i metodą wariacyjną Ritza. Agregacja elementów w metodzie klasycznej. Elementy belkowe - funkcje kształtu, macierz sztywności elementu belkowego. Zastosowanie elementów prętowo - belkowych w obliczeniach kratowych, przestrzennych elementach konstrukcji dźwignic.	3
P3	Płaski stan naprężenia i odkształcenia - przykłady konstrukcji i urządzeń transportowych. Sposoby zapisu przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w formie wektorowej i macierzowej. Funkcje kształtu MES elementów trójkątnych i czworokątnych (płaski stan naprężenia). Określenie macierzy sztywności płaskiego elementu.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P4	Płyty i powłoki, siły wewnętrzne i stopnie swobody. Powłokowe elementy skończone niższego i wyższego rzędu - przykłady aplikacji w zagadnieniach transportowych. Przestrenny stan naprężenia. ES typu tetrahedron i heksahedron. Warunki brzegowe w zagadnieniach sprężystych rozwiązywanych za pomocą MES. Oszacowanie błędu obliczeń MES - estymatory błędu, zbieżność rozwiązań MES. Adaptacja siatki ES i wg stopnia aproksymacji. Struktura i schemat działania systemów komercyjnych MES.	4
P5	Przykład komercyjnego systemu MES ANSYS - wprowadzenie, zasady działania. Tryb dialogowy i wsadowy na przykładzie analizy płaskiej tarczy. Globalne i lokalne układy współrzędnych. Tworzenie płaskich modeli w trybie "z dołu do góry" oraz "z góry na dół" na przykładzie płaskich i osiowosymetrycznych modeli MES. Przykłady logicznych operacji Boolea dla obiektów płaskich.	4
P6	Modelowanie płyt i powłok przez wyciąganie powierzchni z wzorca lub za pomocą generacji bezpośredniej. Budowa i analiza przykładowych zadań testowych. Modelowanie bryłowe, definicja płaszczyzny roboczej, prymitywy graficzne. Algebra Boolea dla brył: dodawanie, odejmowanie, część wspólna, nakładanie, sklejanie. Zagadnienia analizy sprężysto-plastycznej w konstrukcjach i urządzeniach transportowych.	8
P7	Analiza MES stateczności konstrukcji, drgań własnych i analizy harmonicznej. Modelowanie zagadnień kontaktu. Program Workbench - prezentacja, obsługa. Moduły Design Modeler oraz Simulation.	5

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Ćwiczenia projektowe

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Dyskusja

N4 Praca w grupach

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	4
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	4
Opracowanie wyników	6
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 i zaliczenie realizowanego w ramach przedmiotu projektu.

W2 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

W3 Ocena końcowa ustalana jest jako średnia ważona z ocen formujących z przypisaniem wag: 40% oceny z testu oraz 60% z oceny zaliczeniowej realizowanego projektu.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	-

NA OCENĘ 3.0	Student posiada wiedzę w zakresie podstaw MES. Student potrafi zamodelować w wybranym systemie MES, np. ANSYS prostą konstrukcję belkową, powłokową lub płytową, poprawnie wprowadzić warunki brzegowe i obciążenia w modelu, a następnie określić ugięcia i stan naprężenia w konstrukcji oraz ocenić błąd otrzymanego droga numeryczna rozwiązania.
NA OCENĘ 3.5	-
NA OCENĘ 4.0	-
NA OCENĘ 4.5	-
NA OCENĘ 5.0	-
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	jw.
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	jw.
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	jw.
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	K2_W02, K2_W11, K2_W15	Cel 1		N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK2	K2_W02, K2_W11, K2_W15	Cel 1 Cel 2		N1 N2 N3 N4 N5	F1 P1
EK3	K2_UO02, K2_UP01, K2_UP09, K2_UB07	Cel 2		N1 N2 N3 N4 N5	F2 P1
EK4	K2_UO02, K2_UP01, K2_UP09, K2_UB07	Cel 2		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] | Bielski J. — *Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań MES*, Kraków, 2010, Wyd.PK
- [3] | Radwańska M. — *Metody komputerowe w wybranych zagadnieniach mechaniki konstrukcji*, Kraków, 2004, Wyd.PK
- [4] | Grądzki R. — *Wprowadzenie do metody elementów skończonych*, Łódź, 2002, Wyd.PŁ

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Bijak-Żochowski M., Jaworski A., Krzesiński G., Zagrajek A. — *Mechanika materiałów i konstrukcji (t.II)*, Warszawa, 2006, Wyd.PW
- [2] | Rakowski G., Kacprzyk Z., — *Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji*, Warszawa, 2005, Wyd.PW

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. 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 inż. Stanisław Łaczek (kontakt: laczek@mech.pk.edu.pl)

3 Dr inż. Paweł Romanowicz (kontakt: promek@mech.pk.edu.pl)

4 Dr inż. Maciej Krasiński (kontakt: mkr@mech.pk.edu.pl)

5 Dr hab. inż. Henryk Sanecki (kontakt: hsa@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)

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