

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Aparatura i Instalacje Przemysłowe, Budowa i Badania Pojazdów Samochodowych, Mechanika Konstrukcji i Materiałów, Silniki Spalinowe, Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Podstawy i zastosowania inżynierskie MES - M3
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Basics and engineering FEM applications
KOD PRZEDMIOTU	WM MIBM oIN B9 15/16
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	5

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	9	0	0	18	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Student poznaje ogólne zasady MES na przykładzie konstrukcji belkowo-ramowych oraz obiektów cienkościennych i bryłowych. Zapoznaje się z określaniem pól deformacji, odkształceń oraz naprężeń w poszczególnych punktach konstrukcji, z uwzględnieniem oszacowania błędów rozwiązania.

**Cel 2** Student zapoznaje się z działaniem i obsługą systemu MES na przykładzie pakietu ANSYS w wersji dialogowej oraz wsadowej. Student potrafi zbudować model geometryczny i dla niego wygenerować poprawny model MES oraz wprowadzić odpowiednie warunki brzegowe i obciążenia.

#### 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Student posiada przewidzianą programem studiów wiedzę w zakresie algebry macierzowej, mechaniki, wytrzymałości materiałów oraz podstaw konstrukcji maszyn.

2 Student zna podstawy i metody graficznego zapisu konstrukcji (CAD).

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawy modelowania prostych i złożonych konstrukcji w ramach Metody Elementów Skończonych.

**EK2 Wiedza** Student wie jak zbudować model MES i poprawnie rozwiązać postawiony problem numeryczny oraz ocenić dokładność rozwiązania.

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

**EK4 Umiejętności** Student potrafi napisać prosty plik wsadowy do komercyjnego systemu MES (np. ANSYS).

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Przykłady zjawisk modelowanych komputerowo. Definicja i przykłady funkcji próbnych (kształtu). Błędy numerycznego modelowania rzeczywistych obiektów w MES. Algebra wektorów i macierzy stosowana w MES. Definicja stopni swobody elementu skończonego. Agregacja elementów w metodzie przemieszczeń Warunki brzegowe w zadaniach MES.	1
<b>W2</b>	Całkowita energia potencjalna rozciąganego pręta. Obliczenie macierzy sztywności rozciąganego pręta metoda klasyczna i metoda wariacyjna Ritza. Funkcje kształtu zginanej belki, skończone elementy belkowe. Elementy prętowo-belkowe w obliczeniach przestrzennych konstrukcji ramowych.	2
<b>W3</b>	Definicja płaskiego stanu naprężenia i odkształcenia - przykłady konstrukcyjne. Sposoby zapisu przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w formie wektorowej i macierzowej. Funkcje kształtu MES elementów trójkątnych i czworokątnych (płaski stan naprężenia). Całkowita energia potencjalna płaskiego elementu. Macierz sztywności płaskiego elementu.	3
<b>W4</b>	Płyty i powłoki, siły wewnętrzne i stopnie swobody. Powłokowe elementy skończone. Przestrzenny stan naprężenia. Funkcje kształtu MES elementów typu tetrahedron i heksahedron, elementy niższego i wyższego rzędu. Warunki brzegowe w zagadnieniach rozwiązywanych za pomocą MES. Oszacowanie błędów obliczeń MES - estymatory błędów. Zbieżność rozwiązań MES.	3

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>K1</b>	Wprowadzenie do systemu MES ANSYS. 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 Boole'a dla obiektów płaskich.	3
<b>K2</b>	Modelowanie płyt i powłok przez wyciąganie powierzchni z wzorca lub za pomocą generacji bezpośredniej. Budowa i analiza przykładowych zadań testowych.	5
<b>K3</b>	Modelowanie bryłowe, definicja płaszczyzny roboczej, prymitywy graficzne. Algebra Boole'a dla brył: dodawanie, odejmowanie, część wspólna, nakładanie, sklejanie. Zagadnienia analizy sprężysto-plastycznej konstrukcji na przykładzie analizy rozciąganych tarcz i zginanych belek. Proste zagadnienia modelowania stateczności konstrukcji, drgania własne i analiza harmoniczna.	5
<b>K4</b>	Program Workbench - prezentacja, obsługa, możliwości programu. Moduły: Design Modeler oraz Simulation. Przykład modelowania zagadnienia kontaktowego.	5

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia projektowe

**N4** Dyskusja

**N5** Konsultacje

**N6** Praca w grupach

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	27
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	16
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	12
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Odpowiedź ustna

F3 Ćwiczenie praktyczne

### 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 z miniprojektu realizowanego w ramach laboratorium komputerowego

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

NA OCENĘ 2.0	-
NA OCENĘ 3.0	Student posiada podstawowa wiedzę w zakresie podstaw teoretycznych MES. Student potrafi zamodelować w systemie MES 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 drogą numeryczną 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	K1_W06, K1_W09, K1_W20	Cel 1	K1 K2 K3 K4	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 P1
EK2	K1_W06, K1_W09, K1_W20	Cel 1	K1 K2 K3 K4	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 P1
EK3	K1_UP03, K1_UP05, K1_UP09, K1_UB12	Cel 2		N1 N2 N3 N4 N5 N6	F2 F3 P1
EK4	K1_UP03, K1_UP05, K1_UP09, K1_UB12	Cel 2		N1 N2 N3 N4 N5 N6	F2 F3 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: boszyb@mech.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 Dr inż. Bogdan Szybiński (kontakt: boszyb@mech.pk.edu.pl)

2 dr hab. inż. Henryk SANECKI (kontakt: hsa@mech.pk.edu.pl)

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

4 dr inż. Paweł ROMANOWICZ (kontakt: promek@mech.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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