

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

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 14/15
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 osiowosymetrycznych 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
<b>W1</b>	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
<b>W2</b>	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
<b>W3</b>	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
<b>W4</b>	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
<b>W5</b>	Zagadnienia analizy sprężysto-plastycznej konstrukcji inżynierskich - przykład analizy zginanych belek i rozciąganych tarcz. Proste zagadnienia modelowania stateczności konstrukcji, drgania własne i analiza harmoniczna.	3
<b>W6</b>	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
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	0
Konsultacje przedmiotowe	8
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	5
Opracowanie wyników	4
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	8
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>30</b>
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 wiedze 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 numeryczna 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 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 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**

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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