

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Computational Mechanics (Mechanika obliczeniowa- w języku angielskim)

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Introduction to FEM
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM MIBM oIS B10 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	4

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
4	15	0	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 wprowadzenie do współczesnych metod analizy wytrzymałościowej, sztywnościowej i statecznościowej 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; rozumienie problemu doboru typu elementu

EK2 Wiedza rozumienie procesu agregacji elementów w strukturę

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 i analizy wytrzymałościowej prostych konstrukcji prętowych i powierzchniowych

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Introduction to practical usage of fem system. Preliminary information on ANSYS system; flow-chart of project analysed with the computer system; initial program configuration.	2
P2	A simple beam model; definitions of objects that define a structure (keypoint, line, area), choice of an element type from program library, input of geometrical and material properties; generation of finite element mesh.	2
P3	Application of kinematical constraints and applied loads; review and analysis of results after solution; diagrams of deformation, internal forces, stresses for a simple beam.	2
P4	Analysis of a space frame structure, based on skills obtained in the 'beam' example; creation of a text file with the structure model in APDL.	2
P5	Plane stress state analysis; geometrical operations on a model (adding and subtracting of areas); comprehension and testing of solution convergence and influence of mesh density.	3
P6	Introduction to built-in optimization tool; application to beam section design task.	2
P7	Final test - individual work on modeling and calculation.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Motivation for usage of modern computation methods. Computational model vs. real object (engineering structure).	2
W2	Introduction to fem with an example of a truss structure.; element, degrees of freedom, matrices: geometrical, generalized stress, stiffness; structure, aggregation process, matrices in global coordinate system, fundamental set of fem equations, application of boundary conditions, determination of reaction forces.	2
W3	Extension of the approach for beam or frame structures (bending), definition of a shape function with an example of a beam element; transformation of vectors and element matrices to global coordinate system and back-transformation to local coordinate systems.	2
W4	Plane triangle element of constant strain; discussion on higher order, surface or 3D elements; Gauss points for numerical integration; discretization of boundary (support) conditions and applied loads.	2
W5	Estimators of fem solution accuracy; general scheme of fem algorithm; displacement degrees of freedom; distribution of tasks between engineer and computer system in course of fem analysis.	2
W6	Extended information on work with ANSYS system: possibility to define temperature-dependent material properties as well as elastic-plastic materials; select logic in practice.	2
W7	Various coordinate systems in modeling and analysis; application of the system to probabilistic design as well as to optimal structural design.	2
W8	Extended information on ANSYS: pointing to other computational problems undertaken with the use of fem system; discussion on comprehension of and trust to computational results.	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	30
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	20
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
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 projekt praktyczny

F2 kolokwium z wykładu

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących: $0.3 \cdot \text{wykład} + 0.7 \cdot \text{projekt}$

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 obecność na zajęciach wg. Regulaminu + pozytywne oceny formujące

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	umiejętność wyjaśnienia pojęć: element skończony, stopnie swobody, macierze elementowe, podstawowy układ mes, dyskretyzacja konstrukcji, warunków brzegowych i obciążeń
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	wyjaśnienie reguł agregacji elementów w strukturę oraz procesu budowy globalnej macierzy sztywności

EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
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
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	samodzielne wykonanie przynajmniej jednego z dwóch zadań modelowania i obliczeń prostej konstrukcji

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3	F2 P1
EK2		Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3	F2 P1
EK3		Cel 1	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 W2 W3 W4	N1 N2 N3	F2 P1
EK4		Cel 1	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 W6 W7 W8	N1 N2 N3	F1 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*, Kraków, 2011, Wydawnictwo PK

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | O.C. Zienkiewicz — *Metoda elementów skończonych*, Warszawa, 1972, Arkady
- [2] | R. Bąk, T. Burczynski — *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 PK
- [5] | John E. Akin — *Finite element analysis concepts via SolidWorks*, New Jersey, 2010, World Scientific

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 Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: Szymon.Hernik@pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Justyna Miodowska (kontakt: Justyna.Miodowska@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....