

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: niestacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Urządzenia Chłodnicze i Klimatyzacyjne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Zastosowania systemu MES
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Applications of FEM system
KOD PRZEDMIOTU	WM MIBM oIN B39 22/23
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	9	0	9	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie posługiwania się wybranym systemem MES wraz z umiejętnością importu wirtualnej geometrii wykonanej w innych programach w celu wykonania symulacji MES.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość podstaw mechaniki, wytrzymałości materiałów, inżynierii materiałowej oraz podstaw konstrukcji maszyn. Znajomość podstaw Metody Elementów Skończonych.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe oraz zagadnienia z podstaw Metody Elementów Skończonych (MES) niezbędne do rozwiązywania problemów inżynierskich dotyczących złożonych stanów obciążenia, wytrzymałości układów prętowych oraz obciążania płyt i powłok.

EK2 Wiedza Student zna i rozumie podstawowe właściwości fizyczne i mechaniczne materiałów inżynierskich, pozwalające na właściwy dobór materiałów w projektowaniu maszyn i urządzeń.

EK3 Umiejętności Student potrafi sformułować zadanie obliczeniowe na poziomie inżynierskim oraz wykorzystać program symulacji komputerowej do rozwiązywania zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej oraz prawidłowo zinterpretować wyniki uzyskane na drodze symulacji komputerowej.

EK4 Umiejętności Student potrafi w stopniu podstawowym zastosować komercyjne oprogramowanie do symulacji MES w obliczeniach inżynierskich z zakresu problemów inżynierii mechanicznej.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Tryb dialogowy i wsadowy w systemie ANSYS, analiza płaskiej tarczy z otworami lub podcięciami, stan naprężenia, ocena spiętrzenia naprężeń, estymacja błędu rozwiązania, modyfikacje siatki elementów.	1
L2	Globalne/lokalne układy współrzędnych. Tworzenie płaskich modeli w trybach bottom-top; top-bottom na wybranych przykładach.	1
L3	Zagadnienia płyt i powłok, tworzenie modeli poprzez wyciąganie z wzorca lub generację bezpośrednią. Rozwiązanie zadania testowego.	1
L4	Modelowanie obiektów 3D, definicja płaszczyzny roboczej, operacje Boolea dla brył.	2
L5	Modelowanie zagadnień kontaktowych. Wybrane zagadnienia analizy nieliniowej.	2
L6	Zagadnienia przepływu ciepła - modelowanie.	1
L7	Kolokwium zaliczeniowe - samodzielne wykonanie modelu i obliczeń.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Płaski stan naprężenia i odkształcenia - przykłady konstrukcji. Zapis przemieszczeń, odkształceń i naprężeń w formie wektorowej i macierzowej. Funkcje kształtu elementów trójkątnych i czworokątnych w płaskim stanie naprężenia. Wyrażanie przemieszczeń, odkształceń i naprężeń poprzez funkcje kształtu oraz stopnie swobody elementu. Zastępcze siły węzłowe w płaskim elemencie. Całkowita energia potencjalna płaskiego elementu. Definicja macierzy sztywności płaskiego elementu.	2
W2	Dwuwymiarowe elementy skończone, płyty i powłoki, stopnie swobody, siły wewnętrzne. Funkcje kształtu $N_i(x,y)$ dla elementów dwuwymiarowych. Powłokowo/płytkowe elementy skończone niższego i wyższego rzędu. Warunki brzegowe, przykłady zastosowań.	2
W3	Zagadnienia CAD, import geometrii wykonanej w zewnętrznych programach CAD.	1
W4	Przestrzenny stan naprężenia. Funkcje kształtu dla czworo- i sześciokątnych elementów skończonych. Elementy skończone do analizy problemów osiowo-symetrycznych. Sformułowanie warunków brzegowych. Analiza zagadnień sprężysto-plastycznych, elementy skończone dla materiałów kompozytowych.	3
W5	Elementy skończone w analizie termicznej, estymacja błędów rozwiązań numerycznych, adaptacja typu h- lub p-	1

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Prezentacje multimedialne

N4 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	18
Konsultacje przedmiotowe	4
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	17
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	4
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	50
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Odpowiedź ustna

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Zaliczone sprawozdanie oraz pozytywna odpowiedź ustna.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań odpowiadających ocenie dostatecznej (3.0)
NA OCENĘ 3.0	Student musi poprawnie wykonać obliczenia numeryczne z zastosowaniem systemu MES oraz opracować sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących złożonych stanów obciążenia, wytrzymałości układów prętowych oraz obciążania płyt i powłok. Student musi zrealizować 55% zadań obliczeniowych dla każdego z ćwiczeń laboratoryjnych.

NA OCENĘ 3.5	Student musi poprawnie wykonać obliczenia numeryczne z zastosowaniem systemu MES oraz opracować sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących złożonych stanów obciążenia, wytrzymałości układów prętowych oraz obciążania płyt i powłok. Student musi zrealizować 65% zadań obliczeniowych dla każdego z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Student musi poprawnie wykonać obliczenia numeryczne z zastosowaniem systemu MES oraz opracować sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących złożonych stanów obciążenia, wytrzymałości układów prętowych oraz obciążania płyt i powłok. Student musi zrealizować 75% zadań obliczeniowych dla każdego z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student musi poprawnie wykonać obliczenia numeryczne z zastosowaniem systemu MES oraz opracować sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących złożonych stanów obciążenia, wytrzymałości układów prętowych oraz obciążania płyt i powłok. Student musi zrealizować 85% zadań obliczeniowych dla każdego z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student musi poprawnie wykonać obliczenia numeryczne z zastosowaniem systemu MES oraz opracować sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych dotyczących złożonych stanów obciążenia, wytrzymałości układów prętowych oraz obciążania płyt i powłok. Student musi zrealizować 90% zadań obliczeniowych dla każdego z ćwiczeń laboratoryjnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań odpowiadających ocenie dostatecznej (3.0)
NA OCENĘ 3.0	Dla danego problemu z zakresu inżynierii mechanicznej, student musi prawidłowo dobrać materiały z uwagi na ich właściwości fizyczne i mechaniczne dla 55% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 3.5	Dla danego problemu z zakresu inżynierii mechanicznej, student musi prawidłowo dobrać materiały z uwagi na ich właściwości fizyczne i mechaniczne dla 65% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Dla danego problemu z zakresu inżynierii mechanicznej, student musi prawidłowo dobrać materiały z uwagi na ich właściwości fizyczne i mechaniczne dla 75% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Dla danego problemu z zakresu inżynierii mechanicznej, student musi prawidłowo dobrać materiały z uwagi na ich właściwości fizyczne i mechaniczne dla 85% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Dla danego problemu z zakresu inżynierii mechanicznej, student musi prawidłowo dobrać materiały z uwagi na ich właściwości fizyczne i mechaniczne dla 90% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań odpowiadających ocenie dostatecznej (3.0)
NA OCENĘ 3.0	Student musi prawidłowo sformułować zadania obliczeniowe w systemie MES oraz poprawnie zinterpretować wyniki analiz numerycznych dla 55% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.

NA OCENĘ 3.5	Student musi prawidłowo sformułować zadania obliczeniowe w systemie MES oraz poprawnie zinterpretować wyniki analiz numerycznych dla 65% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Student musi prawidłowo sformułować zadania obliczeniowe w systemie MES oraz poprawnie zinterpretować wyniki analiz numerycznych dla 75% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student musi prawidłowo sformułować zadania obliczeniowe w systemie MES oraz poprawnie zinterpretować wyniki analiz numerycznych dla 85% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student musi prawidłowo sformułować zadania obliczeniowe w systemie MES oraz poprawnie zinterpretować wyniki analiz numerycznych dla 90% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań odpowiadających ocenie dostatecznej (3.0)
NA OCENĘ 3.0	Student musi prawidłowo wykorzystać program symulacji komputerowej do implementacji sformułowanego problemu obliczeniowego w systemie MES dla 55% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 3.5	Student musi prawidłowo wykorzystać program symulacji komputerowej do implementacji sformułowanego problemu obliczeniowego w systemie MES dla 65% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.0	Student musi prawidłowo wykorzystać program symulacji komputerowej do implementacji sformułowanego problemu obliczeniowego w systemie MES dla 75% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 4.5	Student musi prawidłowo wykorzystać program symulacji komputerowej do implementacji sformułowanego problemu obliczeniowego w systemie MES dla 85% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student musi prawidłowo wykorzystać program symulacji komputerowej do implementacji sformułowanego problemu obliczeniowego w systemie MES dla 90% zadań obliczeniowych w każdym z ćwiczeń laboratoryjnych.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	M1_W08	Cel 1	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK2	M1_W07	Cel 1	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK3	M1_U08	Cel 1	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7	N2 N3 N4	F1 F2 P1
EK4	M1_U16	Cel 1	L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7	N2 N3 N4	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **G.Krzesinski, T.Zagrajek, P.Marek, P.Borkowski** — *MES w mechanice konstrukcji i materiałów*, Warszawa, 2015, Oficyna Wydawnicza PW
- [2] | **J.Bielski** — *Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań MES*, Kraków, 2010, Wyd. PK
- [3] | **S.Łaczek** — *Modelowanie i analiza konstrukcji w systemie MES ANSYS v.11*, Kraków, 2011, Wyd. PK

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **S.Moaveni** — *Finite Element Analysis, Theory and Applications with ANSYS*, Londyn, 2011, Pearson Education

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Filip Lisowski (kontakt: filip.lisowski@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. prof. PK Marek Barski (kontakt: marek.barski@pk.edu.pl)
- 2 dr hab. inż. prof. PK Bogdan Szybiński (kontakt: bogdan.szybinski@pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Filip Lisowski (kontakt: filip.lisowski@pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Paweł Romanowicz (kontakt: pawel.romanowicz@pk.edu.pl)
- 5 dr inż. Adam Stawiarski (kontakt: adam.stawiarski@pk.edu.pl)

6 dr inż. Wojciech Szteleblak (kontakt: wojciech.szteleblak@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

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