

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria i Zarządzanie Produkcją

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: IIZP

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria jakości w produkcji zautomatyzowanej, Zrównoważona i inteligentna produkcja, Komputerowo wspomagane wytwarzanie

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wprowadzenie do MES
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM IIZP oIS B6 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
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 znajomość podstawowych pojęć z wytrzymałości materiałów: naprężenie, odkształcenie, moduł Younga, granica plastyczności
- 2 znajomość podstawowych operacji na macierzach i wektorach

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student opisuje w zaawansowanym stopniu wybrane zagadnienia z zakresu matematyki, statystyki i informatyki, w tym metody matematyczne niezbędne do rozwiązywania zadań z obszaru inżynierii produkcji i zarządzania oraz modelowania wybranych problemów technicznych i ekonomicznych

EK2 Wiedza Student opisuje w zaawansowanym stopniu wybrane zagadnienia z obszaru fizyki pozwalające na matematyczny opis zjawisk występujących w inżynierii mechanicznej, która obejmuje: mechanikę ogólną, mechanikę płynów, termodynamikę, wytrzymałość materiałów i elektrotechnikę

EK3 Umiejętności Student formułuje i rozwiązuje nietypowe zadania inżynierskie w zakresie analizy zjawisk fizycznych, konstrukcji elementów, maszyn i urządzeń, procesów produkcyjnych oraz problemów badawczych w oparciu o metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne

EK4 Umiejętności Student określa charakterystyki materiału, z którego jest wykonany wyrób i ocenia jego właściwości oraz przydatność do przewidzianego zastosowania zgodnie z wymaganiami zrównoważonego rozwoju, określa zachowanie materiału pod wpływem różnego rodzaju obciążeń oraz podczas realizacji procesów obróbkowych (np. skrawalność)

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Motywacja do stosowania współczesnych metod obliczeniowych. Model vs. rzeczywisty obiekt (konstrukcja).	2
W2	Wprowadzenie do MES na przykładzie kratownicy; element, stopnie swobody, macierze: geometryczna, sił, sztywności; struktura: agregacja, macierze w układzie globalnym, podstawowy układ równań MES, wprowadzenie warunków brzegowych, wyznaczanie reakcji.	2
W3	Rozszerzenie na przypadek konstrukcji belkowych (zginanie), pojęcie funkcji kształtu na przykładzie elementu belkowego; transformacja wektorów i macierzy elementowych do układu globalnego i powrotna do układów lokalnych.	2
W4	Przykład elementu płaskiego trójkątnego o stałym odkształceniu; omówienie elementów wyższych rzędów powierzchniowych i przestrzennych; pojęcie punktów Gaussa całkowania numerycznego; dyskretyzacja warunków brzegowych i obciążeń.	2
W5	Estymatory dokładności rozwiązywania MES; ogólny schemat algorytmu MES; przemieszczeniowe stopnie swobody; podział zadań między projektantem i systemem komputerowym w analizie MES.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W6	Poszerzenie informacji o pracy z programem ANSYS: możliwość definiowania materiałów o własnościach zależnych od temperatury oraz materiałów sprężysto-plastycznych; select logic w zastosowaniu praktycznym.	2
W7	Różne układy współrzędnych w modelowaniu i analizie; zastosowanie pakietu do analizy probabilistycznej oraz do zadania optymalizacji.	2
W8	Poszerzenie informacji o pracy z programem ANSYS: wskazanie dalszych zagadnień obliczeniowych realizowanych w pakiecie MES; dyskusja o rozumieniu i zaufaniu do wyników obliczeń.	1

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Wprowadzenie do praktycznych obliczeń. Wstępne zapoznanie się z systemem ANSYS; omówienie sposobu realizacji projektu za pomocą pakietu; konfiguracja programu.	2
P2	Budowa prostego modelu belkowego; pojęcia obiektów definiujących strukturę (punkt bazowy, linia, powierzchnia), wybór elementu z biblioteki, wprowadzanie własności geometrycznych i materiałowych; generacja siatki elementów skończonych.	2
P3	Nakładanie więzów i przykładanie obciążeń; przegląd i analiza wyników po rozwiązaniu; wykresy deformacji, sił wewnętrznych, naprężeń dla prostej belki.	2
P4	Analiza przestrzennego układu ramowego na bazie umiejętności nabytych w ćwiczeniu z belka; tekstowy zapis modelu konstrukcji w APDL.	2
P5	Przykładowa analiza modelu w płaskim stanie naprężenia; operacje na modelu (dodawanie i odejmowanie powierzchni); określanie i testowanie gęstości siatki i zbieżności rozwiązania.	3
P6	Projekt zaliczeniowy - samodzielne wykonanie modelowania i obliczeń.	2
P7	Projekt zaliczeniowy - samodzielne wykonanie sprawozdania z projektu.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

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	10
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
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 Projekt indywidualny

F2 Kolokwium

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 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę dostateczną.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.

NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 5.0	Student opanował wiedzę z zakresu formułowania problemów prostych zagadnień wytrzymałościowych z wykorzystaniem metody elementów skończonych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę dostateczną.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wyjaśnić pojęcia: element skończony, stopnie swobody, macierze elementowe, podstawowy układ MES, dyskretyzacja konstrukcji, warunków brzegowych i obciążeń, agregacja układu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę dostateczną.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi przeprowadzić analizę numeryczną z wykorzystaniem MES obejmującą: utworzenie geometrii, dobranie typu elementu skończonego, zdefiniowanie warunków brzegowych analizowanego problemu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę dostateczną.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę bardzo dobrą.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi przeprowadzić analizę wyników uzyskanych z wykorzystaniem MES: wyznaczenie reakcji więzów, rozkładu przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia.

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_W01 M1_W02	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7	N1 N2 N3	F2 P1
EK2	M1_W01 M1_W02	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3	F2 P1
EK3	M1_W01 M1_W02 M1_U05 M1_U06	Cel 1	W6 W7 W8 P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7	N1 N2 N3	F1 P1
EK4	M1_W01 M1_W02 M1_U05 M1_U06	Cel 1	W6 W7 W8 P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7	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. Bak, T. Burczyński** — *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

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Justyna Miodowska (kontakt: justyna.miodowska@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)