

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Środki Transportu i Logistyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: I

Specjalności: Logistyka i spedycja, Bezpieczeństwo i eksploatacja środków transportu

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wprowadzenie do MES
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Introduction to Finite Element Method
KOD PRZEDMIOTU	WM ŚTIL oIN A14 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty ogólne
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	9	0	0	0	9	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	Wprowadzenie do praktycznych obliczeń. Wstępne zapoznanie się z systemem ANSYS; omówienie sposobu realizacji projektu za pomocą pakietu; konfiguracja programu.	1
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.	1
P4	Analiza przestrzennego układu ramowego na bazie umiejętności nabytych w ćwiczeniu z belką; tekstowy zapis modelu konstrukcji w APDL.	1
P5	Przykładowa analiza modelu w płaskim stanie naprężenia; operacje na modelu (dodawanie i odejmowanie powierzchni); określanie i testowanie gęstości siatki i zbieżności rozwiązania.	2
P7	Kolokwium zaliczeniowe - samodzielne wykonanie modelowania i obliczeń.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Motywacja do stosowania współczesnych metod obliczeniowych. Model vs. rzeczywisty obiekt (konstrukcja).	1
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.	1
W5	Estymatory dokładności rozwiązania mes; ogólny schemat algorytmu mes; przemieszczeniowe stopnie swobody; podział zadań między projektantem i systemem komputerowym w analizie mes.	1
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.	1
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

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	18
Konsultacje przedmiotowe	8
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	50
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	T1_W01 T1_W04 T1_W06	Cel 1	P1 P2 P3 P4 P5 P7 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3	F2 P1
EK2	T1_W01 T1_W06	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2 N3	F2 P1
EK3	T1_W01 T1_W06	Cel 1	P1 P2 P3 P4 P5 P7 W2 W3 W4	N1 N2 N3	F2 P1
EK4	T1_U09	Cel 1	P1 P2 P3 P4 P5 P7 W6 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

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)

4 dr inż. Adam Stawiarski (kontakt: Adam.Stawiarski@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....