

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	MES w obliczeniach urządzeń energetycznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Finite Element Method in power engineering
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIS C11 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	15	0	0	15	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poznanie podstaw teoretycznych metody elementów skończonych (MES), zastosowanie MES do rozwiązywania ustalonych i nieustalonych zagadnień cieplnych i cieplno-wytrzymałościowych ze szczególnym uwzględnieniem grubościennych elementów ciśnieniowych urządzeń energetycznych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 ogólna wiedza z matematyki (w szczególności umiejętność rozwiązywania równań różniczkowych)

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna i rozumie podstawy metody elementów skończonych

EK2 Wiedza Student zna i rozumie podstawowe metody aproksymacyjnego rozwiązywania równań różniczkowych

EK3 Umiejętności Student potrafi rozwiązać proste problemy inżynierskie wykorzystując metodę elementów skończonych z dziedziny wymiany ciepła oraz mechaniki konstrukcji

EK4 Umiejętności Student potrafi przeprowadzić wszystkie kroki związane z budową modelu w środowisku obliczeniowym ANSYS oraz interpretować wyniki samodzielnie przeprowadzonych analiz

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie do metody elementów skończonych (czym jest MES, pojęcie obszaru i elementu skończonego, aproksymacja rozwiązania w elemencie skończonym, funkcje kształtu, przykład przewodzenia ciepła w płycie płaskiej budowa lokalnej macierzy sztywności, agregacja macierzy, wprowadzanie warunków brzegowych - wymiana ciepła oraz mechanika konstrukcji)	5
W2	Metody aproksymacyjnego rozwiązywania równań różniczkowych (Metoda Ritza, Metoda RayleighaRitza, Metoda kolokacyjna, Metoda najmniejszych kwadratów, Metoda Galerkina) Rodzaje elementów skończonych i ich własności - elementy 1D , 2D , 3D, pierwszego i drugiego rzędu	5
W3	MES w zagadnieniach przewodzenia ciepła, mechaniki konstrukcji, problemy nieliniowe geometryczne i fizyczne, zagadnienia zmęczenia materiału i konstrukcji, pękania i pękania. Schematy całkowania po czasie. Błędy w rozwiązaniach MES.	5

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Zapoznanie się ze środowiskiem ANSYS. Budowa modelu geometrycznego i podział na elementy skończone, dyskretyzacja elementami powłokowymi, 2D oraz 3D. Budowa modelu naczynia ciśnieniowego i porównanie wyników dla modelu osiowosymetrycznego, powłokowego oraz bryłowego.	5
K2	Ustalona analiza pola temperatury przy warunkach brzegowych I i III rodzaju. Wyznaczanie naprężeń cieplnych oraz mechanicznych pochodzących od ciśnienia. Porównanie wyników uzyskanych z MES z rozwiązaniem analitycznym ścisłym oraz uzyskanym z wzorów kotłowych.	5

LABORATORIA KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K3	Nieustalona analiza cieplno - wytrzymałościowa elementu ciśnieniowego kotła o złożonej geometrii. Analiza zagadnienia koncentracji naprężeń cieplnych oraz mechanicznych na krawędzi otworu pod króciec. Wyznaczanie pól temperatury oraz naprężeń przy nagrzewaniu elementu z prędkościami dopuszczalnymi uzyskanymi z norm kotłowych.	5

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

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	1
Egzaminy i zaliczenia w sesji	1
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	5
Opracowanie wyników	8
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	7
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	52
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Test

OCENA PODSUMOWUJĄCA**P1** Średnia ważona ocen formujących**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego
NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Zakres wiadomości do 55% wymaganego
NA OCENĘ 3.0	Zakres wiadomości do 60% wymaganego
NA OCENĘ 3.5	Zakres wiadomości do 70% wymaganego

NA OCENĘ 4.0	Zakres wiadomości do 80% wymaganego
NA OCENĘ 4.5	Zakres wiadomości do 90% wymaganego
NA OCENĘ 5.0	Zakres wiadomości do 100% wymaganego

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K2_W03	Cel 1	W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	K2_W03	Cel 1	W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3	K2_U13	Cel 1	W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K2_U24	Cel 1	W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Taler J., Duda P. — *Rozwiązywanie prostych i odwrotnych zagadnień przewodzenia ciepła*, Warszawa, 2003, WNT
- [2] | Taler J., Dzierwa P., Taler D., Jaremkiewicz M., Trojan M. — *Monitoring of Thermal Stresses and Heating Optimization Including Industrial Applications*, New York, 2016, Nova science

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Łączek S. — *Przykłady analizy konstrukcji w systemie MES ANSYS-Workbench v. 12.1*, Kraków, 2012, Wydawnictwo PK

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Piotr Dzierwa (kontakt: pdzierwa@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Piotr Dzierwa (kontakt: pdzierwa@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....