

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 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 oIIN C10 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	1.00
SEMESTRY	2

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	9	0	9	0	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 antematyki (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)	3
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	3
W3	MES w zagadnieniach przewodzenia ciepła, mechaniki konstrukcji, problemy nieliniowe geometrycznie i fizycznie, zagadnienia zmęczenia materiału i konstrukcji, pęczania i pęknięcia. Schematy całkowania po czasie. Błędy w rozwiązaniach MES.	3

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	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. Analiza nieliniowości geometrycznych i fizycznych.	3

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L2	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.	3
L3	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.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	18
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	1
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	0
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>21</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	1.00

## 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 SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K2_W03 K2_W04	Cel 1	W1 W2 W3 L1 L2 L3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK2	K2_W03 K2_W04	Cel 1	W1 W2 W3 L1 L2 L3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK3	K2_W03 K2_W04 K2_U10 K2_U13 K2_U14	Cel 1	W1 W2 W3 L1 L2 L3	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4	K2_W03 K2_W04 K2_U10 K2_U13 K2_U14	Cel 1	W1 W2 W3 L1 L2 L3	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

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....