

# 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	Obliczenia wytrzymałościowe maszyn i urządzeń energetycznych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Strength of Power Plants and Power Machinery
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIN C7 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	1

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

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
1	9	0	9	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zdobyć przez studentów wiedzy i umiejętności z zakresu analizy wytrzymałościowej, metod projektowania ciśnieniowych elementów pracujących w podwyższonej temperaturze oraz doświadczalnych metod badania materiałów stosowanych w energetyce, jak również monitorowania stanów naprężeń występujących podczas eksploatacji maszyn i urządzeń energetycznych.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 podstawy mechaniki i wytrzymałości materiałów

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat obciążeń występujących podczas eksploatacji maszyn i urządzeń energetycznych

**EK2 Wiedza** Student posiada wiedzę na temat pomiaru oraz monitorowania naprężeń oraz odkształceń maszyn i urządzeń energetycznych

**EK3 Umiejętności** Student potrafi rozwiązywać problemy inżynierskie w zakresie projektowania, analizy wytrzymałościowej oraz badania doświadczalnego ciśnieniowych konstrukcji stosowanych w energetyce

**EK4 Umiejętności** Student potrafi rozwiązywać problemy inżynierskie, potrafi stosować poznane metody obliczeniowe, potrafi pracować w zespole, potrafi uzasadnić wybór metody oraz interpretować uzyskane wyniki rozwiązań.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Obliczanie grubości ścianki elementów ciśnieniowych porównanie teorii stanu błonowego z zagadnieniem Lamego oraz wzorami stosowanymi w technice kotłowej dla typowych elementów występujących w energetyce. Analiza pracy ciśnieniowych elementów maszyn i urządzeń energetycznych na nisko cykliczną wytrzymałość zmęczeniową. Analiza pracy urządzeń energetycznych powyżej temperatury granicznej - pełzanie elementów ciśnieniowych. Wykorzystanie teorii quasi ustalonego pola temperatury do wyznaczania dopuszczalnych różnic temperatury na grubości ścianki elementu grubościennego oraz wyznaczania szybkości nagrzewania i ochładzania elementów kotłów pracujących w podwyższonych temperaturach. Ocena trwałości resztkowej elementów ciśnieniowych. Dobór stali w budowie kotłów, rurociągów oraz turbin.	5
W2	Zagadnienia ciepłno-wytrzymałościowe związane z przeprowadzaniem rozruchów oraz wyłączaniem kotła z ruchu. Wyznaczanie optymalnych krzywych nagrzewania i odstawiania (czyli przebiegów temperatury i ciśnienia w czasie) dla kotła energetycznego. Podnoszenie dynamiki eksploatacji maszyn i urządzeń energetycznych. Monitorowanie stanów cieplnych i pól naprężeń podczas niestabilnej pracy bloku parowego. Ograniczenia wynikające z zastosowanych bloków ograniczeń termicznych kotła i turbiny. Normy oraz przepisy krajowe i zagraniczne regulujące projektowanie oraz bezpieczną eksploatację maszyn i urządzeń energetycznych.	4

LABORATORIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>L1</b>	Dobór stali na podstawowe urządzenia energetyczne (rury ekranowe, upustowe oraz przegrzewacza) w zależności od rodzaju oraz temperatury czynnika roboczego i ciśnienia roboczego. Obliczanie grubości ścianki. Wyznaczanie naprężeń wywołanych ciśnieniem w elemencie grubościennym. Porównanie wyników dla teorii stanu błonowego z zagadnieniem Lamego.	3
<b>L2</b>	Rozwiązanie zagadnienia ustalonego przewodzenia ciepła w grubościennej rurze przy warunkach brzegowych I rodzaju. Analiza cieplno-wytrzymałościowa pracy elementu ciśnieniowego w podwyższonej temperaturze. Analiza naprężeń cieplnych oraz wywołanych ciśnieniem.	3
<b>L3</b>	Wykorzystanie teorii quasi ustalonego pola temperatury do wyznaczenia dopuszczalnych różnic temperatury na grubości elementu ciśnieniowego podczas rozruchu oraz odstawiania. Obliczenie dopuszczalnych szybkości nagrzewania i ochładzania grubościennych elementów kotłów. Obliczenia zmęczeniowe według norm europejskich.	3

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 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	3
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>54</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Odpowiedź ustna

### 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 K2_W14 K2_W17	Cel 1	W1 W2 L1 L2 L3	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK2	K2_W03 K2_W14 K2_W17	Cel 1	W1 W2 L1 L2 L3	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK3	K2_W03 K2_W14 K2_W17	Cel 1	W1 W2 L1 L2 L3	N1 N2	F1 F2 F3 P1
EK4	K2_W03 K2_W14 K2_W17 K2_K02 K2_K04	Cel 1	W1 W2 L1 L2 L3	N1 N2	F1 F2 F3 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Bąk R., Burczyński T. — *Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego*, Warszawa, 2013, WNT
- [2 ] Dennis R. Moss — *PRESSURE VESSEL DESIGN MANUAL*, AMSTERDAM, 2013, Elsevier

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Taler J. Dzierwa P. et. al. — *Monitoring of thermal stresses and heating optimization including industrial applications*, New York, 2016, Nova Science

## 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)

.....