

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

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	Turbiny ciepłne
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Steam and gas turbines
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIS D29 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
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	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie się z budową, eksploatacją i zasadami obliczeń turbin stosowanych w energetyce ciepłej.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw termodynamiki oraz mechaniki płynów.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Poznanie budowy oraz zasady działania turbin ciepłych stosowanych w energetyce.

EK2 Wiedza Poznanie zasad obliczeń i projektowania turbin ciepłych stosowanych w energetyce.

EK3 Wiedza Zapoznanie się z zasadami eksploatacji turbin ciepłych stosowanych w energetyce.

EK4 Umiejętności Nabycie umiejętności bilansowania turbin ciepłych oraz określania ich podstawowych parametrów pracy i wymiarów.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Turbina w obiegu cieplnym siłowni. Podział i przegląd konstrukcji turbin ciepłych.	1
W2	Zasada działania turbin parowych. Podstawowe równania stosowane w obliczeniach stopni turbin. Sprawność i moc stopnia turbiny.	2
W3	Regulacja prędkości obrotowej i zabezpieczenia turbin parowych. Regulacja mocy.	2
W4	Układy, zasada działania turbin gazowych. Paliwa i komory spalania. Chłodzenie wieńców łopatkowych. Bilans energii i sprawność stopnia turbiny gazowej.	2
W5	Zagadnienia eksploatacji turbin ciepłych - charakterystyki i układy rozruchowe. Instalacja olejowa turbozespołu. Materiały wykorzystywane do budowy turbin ciepłych.	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Projekt stopnia turbiny. Modelowanie numeryczne - chłodzenie łopatki turbiny gazowej	9

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

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	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	27
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	3
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	60
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Wykonanie projektu

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Kolokwium

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

W2 Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej arytmetycznej uzyskanych ocen.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy dotyczącej budowy oraz zasady działania turbin cieplnych stosowanych w energetyce.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość budowy i zasady pracy turbiny parowej oraz gazowej.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0 + zalety konstruowania turbin wielostopniowych.

NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5, a ponadto: budowa i działanie pojedynczego stopnia turbiny cieplnej.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0, a ponadto: znajomość procesu rozprężania czynnika roboczego w pojedynczym stopniu turbiny cieplnej (spadek entalpii dysponowany, rzeczywisty, straty), wiedza dotycząca trójkątów prędkości.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.5, a ponadto: prędkość krytyczna, odchylenie strugi.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy dotyczącej zasad obliczeń i projektowania turbin cieplnych stosowanych w energetyce.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość podstawowych równań wykorzystywanych do obliczeń układów przepływowych turbin.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0, a ponadto: sprawność i moc pojedynczego stopnia.
NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5 a ponadto: zasady obliczeń i projektowania wielostopniowych turbin cieplnych stosowanych w energetyce..
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0, a ponadto: wyznaczenie strat w turbinie.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.0 a ponadto: wiedza dotycząca prędkości krytycznej.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy dotyczącej zasad eksploatacji turbin cieplnych stosowanych w energetyce.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość podstawowych charakterystyk turbin cieplnych i układów rozruchowych: jednoobejściowego i dwuobejściowego.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0, a ponadto: regulacja prędkości obrotowej i zabezpieczenia turbiny.
NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5, a ponadto: sposoby regulacji mocy turbiny.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0, a ponadto: instalacja olejowa turbozespołu, rozszerzalność cieplna elementów turbiny cieplnej.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.5, a ponadto: obciążenie turbiny cieplnej w ruchu poślizgowym.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności w zakresie bilansowania turbin cieplnych oraz określania ich podstawowych parametrów pracy i wymiarów.
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność sporządzenia bilansu turbiny cieplnej.
NA OCENĘ 3.5	Jak dla oceny 3.0, a ponadto: umiejętność wyznaczenie trójkątów prędkości.

NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5, a ponadto: umiejętność wyznaczenia podstawowych wymiarów stopnia turbiny.
NA OCENĘ 4.5	Jak dla oceny 4.0, a ponadto: umiejętność określenia mocy turbiny.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.5, a ponadto: umiejętność wykonania obliczeń wytrzymałościowych łopatk turbiny.

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_W04 K2_W05 K2_U17 K2_U24	Cel 1	W1 W2 W3 W4 P1	N1 N2	F1 P1
EK2	K2_W03 K2_W04 K2_W05 K2_U14 K2_U24	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 P1	N1 N2	F1 P1
EK3	K2_W03 K2_U13 K2_U14 K2_U16 K2_U17 K2_U24	Cel 1	W2 W3 W4 W5	N1 N2	F1 P1
EK4	K2_W04 K2_W05 K2_U17	Cel 1	W2 W4 W5 P1	N1 N2	F1 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

[1 | Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT

[2 | Chmielniak T. — *Turbiny cieplne. Podstawy teoretyczne*, Gliwice, 1998, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

[3] | Perycz S. — *Turbiny parowe i gazowe. Maszyny przepływowe, t. 10*, Wrocław, 1992, Ossolineum

[4] | Korpela S. A. — *Principles of Turbomachinery*, Hoboken, 2011, Wiley

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1] | Chmielniak T., Rusin A., Czwirtnia K. — *Turbiny gazowe, t. 25*, Wrocław, 2001, Ossolineum

[2] | Bloch H. P., Singh M. P. — *Steam Turbines Design, Applications and Re-rating*, Boca Raton, 2008, McGraw-Hill

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. Artur Cebula (kontakt: acebula@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż., prof. PK Artur Cebula (kontakt: acebula@pk.edu.pl)

2 dr. inż. Monika Rerak (kontakt: monika.rerak@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....