

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: I

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Turbiny parowe i gazowe
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIS D4 21/22
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	15	15	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Cel przedmiotu 1: Ogólne zapoznanie się z budową, zasadą działania, eksploatacją oraz podstawami obliczeń dotyczących turbin stosowanych w energetyce.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wymaganie 1: Znajomość podstaw termodynamiki oraz mechaniki płynów.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Efekt kształcenia 1: Poznanie budowy oraz zasady działania turbin stosowanych w energetyce.

EK2 Wiedza Efekt kształcenia 2: Zapoznanie się z zasadami eksploatacji turbin stosowanych w energetyce.

EK3 Wiedza Efekt kształcenia 3: Poznanie ogólnej wiedzy na temat obliczeń turbin stosowanych w energetyce.

EK4 Umiejętności Efekt kształcenia 4: Nabycie umiejętności bilansowania turbin stosowanych w energetyce oraz określania ich podstawowych parametrów pracy.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Treści programowe 1: Projekt układu przepływowego pojedynczego stopnia turbiny.	7
P2	Treści programowe 2: Modelowanie numeryczne w projektowaniu elementów turbin.	8

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Treści programowe 1: Instalacje turbinowe. Historia budowy, podział i przegląd konstrukcji turbin parowych i gazowych.	1
W2	Treści programowe 2: Zasada działania turbin parowych. Stopień turbiny - przyrządy rozprężne i łopatki robocze, trójkąty prędkości, profile, podstawowe obliczenia.	3
W3	Treści programowe 3: Siły, sprawność i moc stopnia turbiny. Stopień ciśnienia ze stopniowaniem prędkości.	2
W4	Treści programowe 4: Turbiny wielostopniowe: rozprężanie czynnika, zalety, sprawność, moc. Bilans energetyczny turbiny.	2
W5	Treści programowe 5: Wały i tarcze wirnikowe turbin. Kadłuby, uszczelnienia labiryntowe i łożyska turbin. Fundamenty turbin.	1
W6	Treści programowe 6: Układy regulacji, charakterystyki pracy i zabezpieczenia turbin. Instalacja olejowa turbozespołu.	2
W7	Treści programowe 7: Montaż, uruchamianie i odstawianie turbin.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W8	Treści programowe 8: Zasada działania turbin gazowych i wskaźniki termodynamiczne. Komory spalania turbin gazowych: konstrukcje, charakterystyka, podstawowe obliczenia.	3

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Treści programowe 1: Obliczanie mocy i sprawności turbin energetycznych.	4
C2	Treści programowe 2: Określanie zapotrzebowania czynnika roboczego.	3
C3	Treści programowe 3: Przepływ pary przez przyrządy rozprężne i łopatki robocze.	4
C4	Treści programowe 4: Obliczanie podstawowych wymiarów stopnia turbiny.	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Narzędzie 1: Wykłady

N2 Narzędzie 2: Zadania tablicowe

N3 Narzędzie 3: 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	45
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	30
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	90
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Ocena 1: Zadania tablicowe

F2 Ocena 2: Wykonanie projektu

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Ocena 1: Egzamin pisemny

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Ocena 1: Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

W2 Ocena 2: Ocena końcowa ustalana jest na podstawie średniej: 0,6 wynik egzaminu, po 0,2 -wyniki z ćwiczeń i projektów

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Ocena 1: Projekt indywidualny

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1

NA OCENĘ 2.0	Brak znajomości budowy oraz zasady działania turbin stosowanych w energetyce.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość budowy i zasady pracy turbiny parowej i gazowej.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0 + zasada pracy pojedynczego stopnia akcyjnego, reakcyjnego i stopnia prędkości.
NA OCENĘ 4.0	Jak na ocenę 3.5 + budowa przyrządów rozprężnych oraz łopatek roboczych.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0 + korzyści budowania turbin wielostopniowych.
NA OCENĘ 5.0	Jak na ocenę 4.5 + zasady przeciwdziałania przemieszczeniom osiowym wału turbiny.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy na temat eksploatacji turbin stosowanych w energetyce.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość podstawowych zasad dotyczących regulacji prędkości obrotowej turbin.
NA OCENĘ 3.5	Jak dla oceny 3.0 + sposoby zabezpieczenia turbin przed rozbieganiem.
NA OCENĘ 4.0	Jak dla oceny 3.5 + sposoby regulacji mocy turbiny oraz uruchamiania turbiny w układach: jednoobejściowym i dwuobejściowym.
NA OCENĘ 4.5	Jak dla oceny 4.0 + zasady wzajemnej kompensacji wydłużeń cieplnych korpusu i wału turbiny oraz charakterystyki turbin.
NA OCENĘ 5.0	Jak dla oceny 4.5 + obciążenie turbiny w ruchu poślizgowym.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy w zakresie podstawowych obliczeń.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość podstawowych równań wykorzystywanych do obliczeń układów przepływowych turbin.
NA OCENĘ 3.5	Jak dla oceny 3.0 + wyznaczenie trójkątów prędkości.
NA OCENĘ 4.0	Jak dla oceny 3.5 + wyznaczenie sprawności obwodowej stopni: akcyjnego i reakcyjnego.
NA OCENĘ 4.5	Jak dla oceny 4.0 + określenie prędkości krytycznej pary wpływającej z przyrządu rozprężnego.
NA OCENĘ 5.0	Jak dla oceny 4.5 + zasady wyznaczenia podstawowych wymiarów geometrycznych stopnia (wysokość kanału przyrządu rozprężnego, długość łopatki roboczej).
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności bilansowania turbiny oraz określania ich podstawowych parametrów pracy.
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność sporządzenia bilansu turbiny.

NA OCENĘ 3.5	Jak dla oceny 3.0 + umiejętność wyznaczenia wartości prędkości w trójkątach prędkości stopni: akcyjnego i reakcyjnego.
NA OCENĘ 4.0	Jak dla oceny 3.5 + umiejętność wyznaczenia prędkości krytycznej pary dla zadanych parametrów czynnika.
NA OCENĘ 4.5	Jak dla oceny 4.0 + umiejętność wyznaczenia wymiarów geometrycznych stopnia turbiny.
NA OCENĘ 5.0	Jak dla oceny 4.5 + umiejętność określenia strat w stopniu 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		Cel 1	P1 W1 W2 W3 W5 W8 C1	N1 N2 N3	F1 P1
EK2		Cel 1	P2 W4 W6 W7 W8 C1 C2	N1 N2	F1 P1
EK3		Cel 1	P1 P2 W2 W3 W4 W8 C3 C4	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK4		Cel 1	P1 P2 W2 W3 W4 W8 C1 C2 C3	N2 N3	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT
- [2] | Nikiel T. — *Turbiny parowe*, Warszawa, 1980, WNT
- [3] | Chmielniak T. — *Turbiny cieplne. Podstawy teoretyczne*, Gliwice, 1998, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [4] | Bloch H. P., Singh M. P. — *Steam Turbines Design, Applications and Re-rating*, Boca Raton, 2008, McGraw-Hill

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

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

[2] Chmielniak T., Rusin A., Czwiertnia K. — *Turbiny gazowe, t. 25*, Wrocław, 2001, Ossolineum

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)

3 dr inż. Marek Majdak (kontakt: marek.majdak@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....