

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: Systemy i urządzenia energetyczne

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Turbiny parowe i gazowe II
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Steam and gas turbines II
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIS D10 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 teoretycznymi podstawami obliczeń i projektowania turbin stosowanych w energetyce.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw konstrukcji turbin oraz termodynamiki i mechaniki płynów.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Poznanie zasad zachowania i równań bilansowych dotyczących czynnika roboczego przepływającego w wieńcach łopatkowych turbin, także dla stopni z łopatkami długimi.

EK2 Wiedza Poznanie zasad projektowania turbin wielostopniowych, wpływu strat na parametry pracy turbiny, zagadnień związanych z obliczeniami cieplnymi i wytrzymałościowymi elementów turbin.

EK3 Wiedza Zapoznanie się z zasadami prowadzenia ruchu turbiny, ruchem maszyny w warunkach odbiegających od obliczeniowych, a także zasadami monitoringu pracy i badaniami turbin.

EK4 Umiejętności Umiejętności bilansowania turbin, określenia wartości sprawności i podstawowych wskaźników oraz wyznaczania podstawowych wymiarów konstrukcyjnych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Projekt stopnia turbiny z wykorzystaniem metod analitycznych i numerycznych.	15

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Konstrukcje, zasada i parametry pracy turbin parowych, gazowych i wodnych. Przepływ czynnika roboczego przez wieńce łopatkowe turbin - zasady zachowania i równania bilansowe.	4
W2	Prędkość krytyczna. Bilanse energii i sprawność obwodowa i wewnętrzna stopnia turbiny. Stopień z długimi łopatkami - kształtowanie ułopatkowania turbin wzdłuż wysokości łopatki.	3
W3	Kąt odchylenia strugi. Przepływy w obszarze pary mokrej.	1
W4	Zasady projektowania turbin wielostopniowych. Straty w turbinach. Obliczenia wytrzymałościowe elementów turbin.	3
W5	Systemy chłodzenia elementów turbin gazowych. Komory spalania.	2
W6	Zasady prowadzenia ruchu turbiny. Ruch turbiny w warunkach odbiegających od obliczeniowych. Monitoring pracy i badania turbin.	2

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	30
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	16
Opracowanie wyników	6
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	4
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 Projekt

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

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 na temat zasad zachowania i równań bilansowych dotyczących czynnika roboczego przepływającego w wieńcach łopatkowych turbin, także dla stopni z łopatkami długimi.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość budowy i zasady pracy turbiny oraz podstawowych równań pozwalających wykonać obliczenia stopnia turbiny.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0 + trójkąty prędkości..
NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5 a ponadto: wiedza dotycząca obliczeń prędkości krytycznej.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0 + zasady określenia pola przepływu czynnika w stopniu turbiny.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.0 a ponadto: wiedza dotycząca kąta odchylenia strugi.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy dotyczącej projektowania turbin wielostopniowych, wpływu strat na parametry pracy turbiny, zagadnień związanych z obliczeniami cieplnymi i wytrzymałościowymi elementów turbin.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość zalet budowania turbin wielostopniowych i podstawowych zasad dotyczących ich projektowania.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0, ponadto: rodzaje strat występujących w turbinie,
NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5 a ponadto: sprawność obwodowa i wewnętrzna turbiny.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0, a ponadto: obliczenia wytrzymałościowe elementów turbin.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.5 a ponadto: projektowanie łopatek zwiniętych i w oparciu o zasadę wiru.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Brak wiedzy w zakresie prowadzenia ruchu turbiny, ruchu maszyny w warunkach odbiegających od obliczeniowych, a także zasad monitoringu pracy i badań turbin.
NA OCENĘ 3.0	Znajomość charakterystyk turbin energetycznych oraz zasady uruchomienia turbiny.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0, a ponadto: metodyka badania turbiny.
NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5 a ponadto: ruch turbiny w warunkach odbiegających od obliczeniowych.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0, a ponadto: zasady kontroli układu bezpieczeństwa pracy turbiny.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.0 a ponadto: zasady monitorowania pracy turbiny, w tym oceny zużycia.

EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Brak umiejętności bilansowania turbin, określenia wartości sprawności i podstawowych wskaźników oraz wyznaczania podstawowych wymiarów konstrukcyjnych.
NA OCENĘ 3.0	Umiejętność sporządzenia bilansu turbiny.
NA OCENĘ 3.5	Jak na ocenę 3.0, a ponadto: umiejętność wyznaczenia podstawowych wymiarów stopnia turbiny.
NA OCENĘ 4.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 3.5 a ponadto: umiejętność wyznaczenia sprawności stopnia turbiny.
NA OCENĘ 4.5	Jak na ocenę 4.0, a ponadto: umiejętność określenia liczby stopni turbiny wielostopniowej.
NA OCENĘ 5.0	Wiedza odpowiadająca ocenie 4.5 a ponadto: umiejętność oceny wpływu parametrów odbiegających od obliczeniowych na pracę 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_W01 K2_W03 K2_U17	Cel 1	W1 W2 W3 W5	N1 N2	F1 P1
EK2	K2_W05 K2_W14 K2_U24	Cel 1	P1 W4 W6	N1	F1 P1
EK3	K2_W04 K2_W05 K2_U14 K2_U17	Cel 1	W2 W3 W4	N1 N2	F1 P1
EK4	K2_W05 K2_W14 K2_U17 K2_U23 K2_U24	Cel 1	P1 W2 W3 W4	N2	F1 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Perycz S. — *Turbiny parowe i gazowe. Maszyny przepływowe, t. 10*, Wrocław, 1992, Ossolineum
- [2] | Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WN-T
- [3] | Schobeiri M. — *Turbomachinery Flow Physics and Dynamic Performance*, Berlin, 2005, Springer

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Korpela S. A. — *Principles of Turbomachinery*, Hoboken, 2011, Wiley
- [2] | Dixon L. S. — *Fluid mechanics, thermodynamics and turbomachinery*, Burlington, 2009, Elsevier

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)

.....
.....