

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Maszyny przepływowe
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Turbomachinery
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Ciepła
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SI2358
<b>Grupa kursów:</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15		15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30		60	
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1		2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1		2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	0,75		1,5	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Student ma wiedzę i umiejętności z zakresu mechaniki płynów, termodynamiki, mechaniki i wytrzymałości materiałów oraz podstaw materiałoznawstwa.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – zaznajomienie studentów z rolą maszyn przepływowych w podstawowych technologiach energetycznych i instalacjach przemysłowych,
- C2 – zapoznanie studentów z pojęciem konwersji energii w stopniach maszyny przepływowej ekspansyjnej i sprężającej,
- C3 – wyrobienie umiejętności u studentów do poprawnego analizowania jednowymiarowego przepływu płynów ściśliwych,
- C4 – zapoznanie studentów z kinematyką stopnia maszyny osiowej,
- C5 – zaprezentowanie procesu projektowania stopnia i jego ograniczeń.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – poprawnie charakteryzować podstawowe rodzaje maszyn, ich elementy i znaczenie,

PEU\_W02 – definiować podstawowe prawa opisujące zjawiska i liczby kryterialne w opisie przepływów płynów ściśliwych,

PEU\_W03 – objaśniać procesy konwersji energii w kanałach przepływowych nieruchomych i ruchomych w stopniu maszyny przepływowej,

PEU\_W04 – opisać kinematykę stopnia maszyny,

PEU\_W05 – wytłumaczyć związek kinematyki przepływu z budową podstawowych elementów konstrukcji turbiny.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – zidentyfikować podstawowe elementy maszyny, interpretować przekroje kontrolne i obliczać stratę wylotową,

PEU\_U02 – obliczać parametry spoczynkowe i parametry krytyczne w przepływie konfuzorowym,

PEU\_U03 – zaprezentować pracę pojedynczego stopnia na wykresie i-s i zinterpretować jego sprawność,

PEU\_U04 – analizować kinematykę stopnia i interpretować siły działające na łopatki,

PEU\_U05 – określić straty i podstawowe wskaźniki charakterystyczne,

PEU\_U06 – obliczać podstawowe parametry geometryczne stopnia maszyny przepływowej,

PEU\_U07 – wykreślić siły działające na łopatkę maszyny przepływowej, PEU\_U08 – zaprojektować stopień maszyny przepływowej

### **TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Maszyny przepływowe w podstawowych technologiach energetycznych i instalacjach przemysłowych	2
Wy2	Klasyfikacja cieplnych maszyn przepływowych i charakterystyka zjawisk w nich zachodzących	2
Wy3	Kanały przepływowe i elementy realizacji zjawisk przepływowych	2
Wy4	Równanie stanu mediów roboczych, ściśliwość oraz własności termiczne płynu	2
Wy5	Podstawowe prawa opisujące zjawiska przepływowe	2
Wy6	Charakterystyczne liczby stosowane w opisie przepływów płynów ściśliwych	2
Wy7	Opływ profilu, palisada profili i wieńce łopatkowe	2
Wy8	Izentropowy przepływ płynów ściśliwych, wybrane przypadki zastosowań	2

Wy9	Funkcje dynamiczne przepływu izentropowego w ujęciu dla spoczynkowego stanu odniesienia	2
Wy10	Jednowymiarowa teoria stopnia maszyny ekspansyjnej	2
Wy11	Jednowymiarowa teoria stopnia maszyny sprężającej	2
Wy12	Proces zachodzący w wieńcu kierowniczym maszyny przepływowej	2
Wy13	Proces zachodzący w wieńcu wirującym maszyny przepływowej	2
Wy14	Kinematyka stopnia maszyny przepływowej, trójkąty prędkości	2
Wy15	Bezwymiarowe wskaźniki charakterystyczne dla stopnia maszyny przepływowej. Zasady regulacji pracy maszyny	2
	Suma godzin	30

	<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>	<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Określenie rozkładu ciśnień w instalacji przepływowej z wentylatorem, wykazanie roli dyfuzora (strata wylotowa)	1
Ćw2	Wyznaczanie parametrów spoczynkowych, krytycznych i liczby Macha w przepływającym gazie	2
Ćw3	Zastosowanie zbieżno-rozbieżnego układu przepływowego dla uzyskania prędkości naddźwiękowej	2
Ćw4	Wyznaczanie spadków (przyrostów) entalpii w stopniu maszyny przepływowej przy wykorzystaniu wykresu entropowego i-s	2
Ćw5	Obliczanie strat i sprawności stopnia maszyny przepływowej	2
Ćw6	Określanie kinematyki stopnia maszyny przepływowej	2
Ćw7	Obliczanie głównych wymiarów stopnia	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

	<b>Forma zajęć - projekt</b>	<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zasady projektowania stopnia maszyny przepływowej	1
Pr2	Wyznaczenie parametrów termodynamicznych czynnika w charakterystycznych przekrojach maszyny	2
Pr3	Obliczanie średnicy stopnia oraz wlotowego i wylotowego trójkąta prędkości	2
Pr4	Dobór profili łopatek kierowniczych i wirnikowych oraz analiza hydrauliczna gładkości kanałów przepływowych w stopniu	2
Pr5	Wykonanie obliczeń termodynamicznych i kinematycznych przepływu rzeczywistego czynnika roboczego oraz określenie pracy obwodowej, sprawności obwodowej i mocy obwodowej stopnia	2
Pr6	Wyznaczenie liczby łopatek w kierownicy i wirniku oraz wykreślenie sił działających na łopatkę kierowniczą i wirnikową	2
Pr7	Optimalizacja konstrukcji stopnia	2
Pr8	Prezentacja i obrona projektu (np. pisemna bądź ustna)	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu.</p> <p>N2. Ćwiczenia rachunkowe oraz dyskusja rozwiązań i wyników.</p> <p>N3. Obrona projektu, dyskusja problemu.</p> <p>N4. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia.</p> <p>N5. Konsultacje indywidualne.</p>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - WYKŁAD

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01-PEU_W05	Egzamin pisemny

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - ĆWICZENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_U01-PEU_U06	Kolokwium zaliczeniowe

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - PROJEKT

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01-PEU_U08	Aktywność na zajęciach
F2	PEU_U01-PEU_U08	Wykonanie projektu
F3	PEU_U01-PEU_U08	Obrona projektu (np. pisemna bądź ustna)
$P = (F1 + F2 + F3) / 3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Perycz S., Turbiny parowe i gazowe, Ossolineum, Wrocław 1992.</p> <p>[2] Wilson D.G., Korakiantis T., The design of high efficiency turbomachinery and gas turbines, MIT Press, Cambridge 2014.</p> <p>[3] Singh M., Lucas G., Blade design &amp; analysis, Mc Graw Hill, Nowy Jork 2011.</p> <p>[4] Nikiel T., Turbiny parowe, WNT, Warszawa 1980.</p> <p>[5] Tuliszką E., Turbiny cieplne, zagadnienia termodynamiczne i przepływowe, WNT, Warszawa 1973.</p> <p>[6] Chmielniak T., Maszyny przepływowe, Politechnika Śląska, Gliwice 1997</p> <p>[7] Gundlach R. W., Podstawy maszyn przepływowych i ich systemów energetycznych, WNT, Warszawa 2008</p> <p>[8] Górniak H., Szymczyk J., Zbiór zadań z termodynamiki przepływu płynów, Politechnika</p>

Śląska, Gliwice 1988

- [9] Miller A., Teoria maszyn wirnikowych - zagadnienia wybrane, Politechnika Warszawska, Warszawa 2014
- [10] Postrzednik S., Termodynamika zjawisk przepływowych - podstawy teoretyczne wraz z przykładami, Politechnika Śląska, Gliwice 2006
- [11] Gąsiorowski J., Radwański E., Zagórski J., Zgorzelski M., Zbiór zadań z teorii maszyn cieplnych, WNT, Warszawa 1978.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Szargut J., Guzik H., Zadania z termodynamiki technicznej, Politechnika Śląska, Gliwice 2001
- [2] Tuliszką E., Termodynamika techniczna, PWN, Warszawa 1978

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

Konrad Babul; konrad.babul@pwr.edu.pl