

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

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Maszyny przepływowe  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Turbomachinery  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Energetyka  
**Specjalność (jeśli dotyczy):**  
**Poziom i forma studiów:** I stopień, niestacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy  
**Kod przedmiotu:** ENN210028  
**Grupa kursów:** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18	9		9	
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 kontaktu (BK)	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 student powinien być w stanie:

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

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

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

PEK\_W04 – opisać kinematykę stopnia maszyny,

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

Z zakresu umiejętności student powinien być w stanie:

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

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

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

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

PEK\_U05 – określić straty i podstawowe wskaźniki charakterystyczne,

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

PEK\_U07 – wykreślić siły działające na łopatkę maszyny przepływowej,

PEK\_U08 – zaprojektować stopień maszyny przepływowej

### TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Maszyny przepływowe w podstawowych technologiach energetycznych i instalacjach przemysłowych, klasyfikacja cieplnych maszyn przepływowych i charakterystyka zjawisk w nich zachodzących	2
Wy2	Kanały przepływowe i elementy realizacji zjawisk przepływowych, równanie stanu mediów roboczych, ściśliwość oraz własności termiczne płynu	2
Wy3	Podstawowe prawa opisujące zjawiska przepływowe, charakterystyczne liczby stosowane w opisie przepływów płynów ściśliwych	2
Wy4	Opływ profilu, palisada profili i wieńce łopatkowe	2
Wy5	Izentropowy przepływ płynów ściśliwych, wybrane przypadki zastosowań, funkcje dynamiczne przepływu izentropowego w ujęciu dla spoczynkowego stanu odniesienia	2
Wy6	Jednowymiarowa teoria stopnia maszyny ekspansyjnej i sprężającej	2
Wy7	Proces zachodzący w wieńcu kierowniczym i wirującym maszyny przepływowej	2
Wy8	Kinematyka stopnia maszyny przepływowej, trójkąty prędkości	2
Wy9	Bezwymiarowe wskaźniki charakterystyczne dla stopnia maszyny przepływowej. Zasady regulacji pracy maszyny	2
	Suma godzin	<b>18</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Określenie rozkładu ciśnień w instalacji przepływowej z wentylatorem, wykazanie roli dyfuzora (strata wylotowa), wyznaczanie parametrów spoczynkowych, krytycznych i liczby Macha w przepływającym gazie	2
Ćw2	Zastosowanie zbieżno-rozbieżnego układu przepływowego dla uzyskania prędkości naddźwiękowej, wyznaczanie spadków (przyrostów) entalpii w stopniu maszyny przepływowej przy wykorzystaniu wykresu entropowego i-s, obliczanie strat i sprawności stopnia maszyny przepływowej	3
Ćw3	Określanie kinematyki stopnia maszyny przepływowej, obliczanie głównych wymiarów stopnia	2
Ćw4	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	9

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zasady projektowania stopnia maszyny przepływowej, wyznaczenie parametrów termodynamicznych czynnika w charakterystycznych przekrojach maszyny	2
Pr2	Obliczanie średnicy stopnia oraz wlotowego i wylotowego trójkąta prędkości, dobór profili łopatek kierowniczych i wirnikowych oraz analiza hydrauliczna gładkości kanałów przepływowych w stopniu	2
Pr3	Wykonanie obliczeń termodynamicznych i kinematycznych przepływu rzeczywistego czynnika roboczego oraz określenie pracy obwodowej, sprawności obwodowej i mocy obwodowej stopnia, wyznaczenie liczby łopatek w kierownicy i wirniku oraz wykreślenie sił działających na łopatkę kierowniczą i wirnikową, optymalizacja konstrukcji stopnia	3
Pr4	Prezentacja i obrona projektu (np. pisemna bądź ustna)	2
	Suma godzin	9

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	PEK_W01-PEK_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	PEK_U01-PEK_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	PEK_U01-PEK_U08	Aktywność na zajęciach
F2	PEK_U01-PEK_U08	Wykonanie projektu
F3	PEK_U01-PEK_U08	Obrona projektu (np. pisemna bądź ustna)
P= (F1+F2+F3)/3		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Perycz S., Turbiny parowe i gazowe, Ossolineum, Wrocław 1992.
- [2] Wilson D.G., Korakiantis T., The design of high efficiency turbomachinery and gas turbines, MIT Press, Cambridge 2014.
- [3] Dixon S.L., Hall C.A., Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, Butterworth-Heinemann, 2020.
- [4] Korpela S.A., Principles of Turbomachinery, Wiley, 2019.
- [5] Shlyakhin P., Steam Turbines: Theory and Design, University Press of the Pacific, 2005.
- [6] Bloch H., Singh M., Steam Turbines: Design, Application, and Re-Rating, McGraw Hill, 2008.
- [7] Singh M., Lucas G., Blade design & analysis, Mc Graw Hill, Nowy Jork 2011.
- [8] Nikiel T., Turbiny parowe, WNT, Warszawa 1980.
- [9] Tuliszka E., Turbiny cieplne, zagadnienia termodynamiczne i przepływowe, WNT, Warszawa 1973.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Szargut J., Guzik H., Zadania z termodynamiki technicznej, Politechnika Śląska, Gliwice 2001.
- [2] Tuliszka E., Termodynamika techniczna, PWN, Warszawa 1978.
- [3] Chmielniak T., Maszyny przepływowe, Politechnika Śląska, Gliwice 1997.
- [4] Gundlach R. W., Podstawy maszyn przepływowych i ich systemów energetycznych, WNT, Warszawa 2008.
- [5] Górniak H., Szymczyk J., Zbiór zadań z termodynamiki przepływu płynów, Politechnika Śląska, Gliwice 1988.
- [6] Miller A., Teoria maszyn wirnikowych: zagadnienia wybrane, Politechnika Warszawska, Warszawa 2014.
- [7] Postrzednik S., Termodynamika zjawisk przepływowych: podstawy teoretyczne wraz z przykładami, Politechnika Śląska, Gliwice 2006.

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

Krzysztof Czajka; krzysztof.czajka@pwr.edu.pl