

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

**Nazwa przedmiotu w języku polskim:** Energetyka wodna  
**Nazwa przedmiotu w języku angielskim:** Water Power Engineering  
**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Energetyka  
**Specjalność (jeśli dotyczy):** Odnawialne źródła energii  
**Poziom i forma studiów:** II stopień, niestacjonarna  
**Rodzaj przedmiotu:** wybieralny  
**Kod przedmiotu:** W09ENG-NM0011  
**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	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		Prace kontrolne	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1		2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	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 INNYCH KOMPETENCJI**

1. Znajomość zagadnień związanych z mechaniką ciała stałego i mechaniką płynów.
2. Znajomość podstaw działania maszyn przepływowych.
3. Umiejętność posługiwania się arkuszem kalkulacyjnym i programami CAD.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C.1 Poznanie, przez studenta, sposobów wykorzystywania zasobów wodnych jako formy energii odnawialnej do celów energetycznych, w tym także do akumulacji energii.
- C.2 Zapoznanie studenta ze znaczeniem elektrowni wodnej dla systemu elektro-energetycznego, ekologii i gospodarki.
- C.3 Poznanie, przez studenta, zasad działania turbin wodnych.
- C.4 Zapoznanie studenta z budową elektrowni wodnej.
- C.5 Wyrobienie umiejętności identyfikacji i oceny zasobów energetycznych wód.
- C.6 Wyrobienie umiejętności proponowania rozwiązania technicznego do wykorzystania zasobów energetycznych wód.

## **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

### **Z zakresu wiedzy:**

- PEK\_W01 – zna pojęcia: gospodarowanie wodą, posiada wiedzę o możliwościach wykorzystania energii zawartej w wodzie.
- PEK\_W02 – zna hydrograf rzeki, posiada wiedzę o typach rzek i sposobie wykorzystania energii w zależności od typu rzeki.
- PEK\_W03 – zna pojęcie: system energetyczny. Zna podział elektrowni wodnych i ich klasyfikację w systemie energetycznym.
- PEK\_W04 – zna pojęcia: krzywą przepływów uporządkowanych, parametry instalowane przepływowej elektrowni wodnej, przepływ minimalny, maksymalny i średni, koszt inwestycyjny. Ma niezbędną wiedzę do wyznaczenia najmniejszego kosztu inwestycyjnego elektrowni przepływowej na podstawie hydrografu rzeki.
- PEK\_W05 – zna pojęcia: parametry instalowane elektrowni wodnej o regulowaniu dobowym. Zna metody wyznaczenia najmniejszego kosztu inwestycyjnego elektrowni wodnej o regulowaniu dobowym.
- PEK\_W06 – zna pojęcia: kaskada i kaskada zwarta elektrowni wodnych, elektrownia szczytowo-pompowa, elektrownia z członem pompującym, pompoturbina. Posiada wiedzę z zakresu sposobu i czasu pracy oraz regulacji elektrowni szczytowo pompowej w systemie energetycznym.
- PEK\_W07 – zna pojęcia: parametry pojedynczo i podwójnie zredukowane. Posiada wiedzę dotyczącą podziału i typów turbin wodnych, zna typy generatorów i ich właściwości.
- PEK\_W08 – zna zasady eksploatacyjne turbin wodnych, posiada wiedzę do określenia opłacalności racjonalnego kosztu budowy elektrowni wodnej.
- PEK\_W09 – posiada wiedzę o sposobach doboru typów, liczby i zabudowy turbin wodnych i ich generatorów.
- PEK\_W10 – zna pojęcia: półspirala, spirala, komora otwarta, rura ssąca, rura hydrokoniczna, rura ssąca. Ma wiedzę o roli i sposobie ich działania.
- PEK\_W11 – zna pojęcia: derywacja, szandory, zastawki remontowe, zastawki.
- PEK\_W12 – zna zasady komponowania poszczególnych elementów przepływowych elektrowni wodnej.
- PEK\_W13 – zna zasady komponowania poszczególnych elementów mechanicznych i pomocniczych elektrowni wodnej.
- PEK\_W14 – zna zasady komponowania turbozespołów i ich pomocniczych elementów mechanicznych.

### **Z zakresu umiejętności:**

- PEK\_U01 – potrafi określić możliwości wykorzystania wody w danych warunkach topograficznych.
- PEK\_U02 – potrafi opracować hydrograf rzeki do celów energetycznych.
- PEK\_U03 – potrafi sklasyfikować elektrownie wodne w systemie energetycznym.
- PEK\_U04 – potrafi wyznaczyć parametry instalowane przepływowej elektrowni wodnej (na podstawie hydrografu rzeki) przy najmniejszym koszcie wytworzenia kilowatogodziny.
- PEK\_U05 – potrafi wyznaczyć parametry instalowane elektrowni wodnej o regulowaniu dobowym (na podstawie hydrografu rzeki) przy najmniejszym koszcie wytworzenia kilowatogodziny
- PEK\_U06 – potrafi naszkicować, omówić i uzasadnić celowość budowy elektrowni szczytowo-pompowej.
- PEK\_U07 – potrafi napisać i zinterpretować równanie turbin wodnych, parametrów pojedynczo i podwójnie zredukowanych. Umie dobrać turbinę i generator do parametrów instalowanych.
- PEK\_U08 – potrafi wymienić i ocenić możliwości racjonalnej budowy elektrowni wodnej.
- PEK\_U09 – umie dobrać liczbę, typ turbiny wodnej wraz z generatorem do określonych warunków hydrologicznych
- PEK\_U10 – potrafi podzielić i określić potrzebę stosowania elementów przepływowych w elektrowni wodnej
- PEK\_U11 – potrafi wskazać i uzasadnić stosowanie elementów doprowadzających wodę do komory turbinowej, umie dobrać i uzasadnić stosowanie zamknięć w elektrowni wodnej.
- PEK\_U12 – potrafi dobrać, naszkicować i właściwie zestawić poszczególne elementy elektrowni

wodnej.
PEK_U13 – potrafi dobrać, naszkicować i właściwie zestawić poszczególne elementy mechaniczne i pomocnicze elektrowni wodnej.
PEK_U14 – potrafi dobrać, naszkicować i właściwie zestawić poszczególne urządzenia pomocnicze turbozespołów elektrowni wodnej.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do wykładu, wymagania. Woda jako energia odnawialna i podstawa działania gospodarki. Podstawowe wiadomości z hydrologii. Wykresy hydrologiczne, typy rzek, koncentracja energii	2
Wy2	Wybór parametrów elektrowni przepływowych i o regulowaniu tygodniowym.	2
Wy3	Prace elektrowni w kaskadzie zwartej, elektrownie pompowe i z członem pompowym.	2
Wy4	Typy turbin i generatorów, ich własności i kompozycje.	2
Wy5	Podstawy doboru turbin wodnych i generatorów.	2
Wy6	Przepływowe elementy budowlane.	2
Wy7	Kompozycje elektrowni wodnych.	2
Wy8	Obliczenia turbiny Kaplana.	2
Wy9	Repetitorium i zaliczenie	2
	Suma godzin	18

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw.1	Opracowanie krzywych hydrologicznych sum czasów trwania przepływów i spadów	1
Ćw.2	Określenie parametrów instalowanych elektrowni przepływowej	1
Ćw.3	Określenie parametrów instalowanych elektrowni dobowej	1
Ćw.4	Określenie parametrów instalowanych elektrowni w kaskadzie zwartej	1
Ćw.5	Dobór turbin wodnych do określonych warunków instalowanych	1
Ćw.6	Określenie liczby i wielkości turbin	1
Ćw.7	Określenie parametrów generatorów i krat	1
Ćw.8	Zaliczenie.	1
	Suma godzin	8

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Informacje wprowadzające do projektu. Warunki zaliczenia i literatura przedmiotu, dane do obliczeń.	1
Pr2	Sporządzenie hydrografu rzeki oraz sporządzenie krzywej uporządkowanych przepływów i spadów.	1
Pr3	Wybór typu turbiny i obliczenie podstawowych wymiarów wirnika turbiny wodnej.	1
Pr4	Dobór liczby turbin na podstawie charakterystyki uniwersalnej znanego rozwiązania konstrukcyjnego turbiny. Wykreślenie podstawowych wymiarów komory turbinowej i rury ssącej znanego rozwiązania turbiny.	1
Pr5	Obliczenie podstawowych wymiarów i dobór generatora.	1
Pr6	Sporządzenie charakterystyki eksploatacyjnej turbiny wodnej.	1
Pr7	Urządzenia dodatkowe i wykonanie rysunku ofertowego elektrowni	1

	wodnej.	
Pr8	Zaliczenie przedmiotu.	1
	Suma godzin	8

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów, animacji i prezentacją oprogramowania.  
 N2. Ćwiczenia: omawianie algorytmów obliczeń, wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego Excel.  
 N3. Projekt: omawianie algorytmów i sposobu doboru wybranych elementów elektrowni.  
 N4. Praca własna:  
 - obliczenia parametrów instalowanych elektrowni, głównych wymiarów podzespołów elektrowni z wykorzystaniem Excela lub Mathcada  
 - zamodelowanie geometrii wybranych elementów elektrowni metodami CAD w 2D lub 3D  
 - wykonanie rysunków ofertowych: przekrój wzdłużny przez elektrownię, komora turbiny, kierownicy  
 N5. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01-PEK_W07	Kolokwium.
F2	PEK_Cw.1-PEK_Cw.8	Sprawozdania.
F3	PEK_Pr1-PEK_PR8	Sprawozdania.
$P1 = 0,6 \cdot F1 + 0,2 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej i Instytut Maszyn Przepływowych PAN „Jak zbudować małą elektrownie wodną – przewodnik inwestora”, Bruksela/Gdańsk 2010
- [2] M. Hoffmann „Małe elektrownie wodne – Poradnik”, Wydawnictwo Nabba, Warszawa 1992
- [3] S. Michałowski, J. Plutecki „Energetyka wodna”, WNT, Warszawa 1975
- [4] K. Jackowski „Elektrownie wodne”, WNT, Warszawa 1971
- [5] J. Iwan „Studium badawczo-rozwojowe problemów turbin wodnych małej energetyki”, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2006
- [6] W. A. Krzyżanowski „Turbiny wodne, konstrukcja, zasady regulacji”, WNT, Warszawa 1971
- [7] A. Łaski „Elektrownie wodne, rozwiązania i dobór parametrów”, WNT, Warszawa 1971

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] G. Szczegolew, J. Garkawi „Turbiny wodne oraz ich regulacja”, PWT, Warszawa 1959
- [2] G. Gładysiewicz „Pompy i turbiny wodne”, PWN, Warszawa 1951

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

Przemysław Szulc, przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl