**Nazwa przedmiotu:**

Elektrownie wodne

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż Paweł Popielski, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISIWO -MSP-3501

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

wykład - 30 godzin, ćwiczenia projektowe - 15 godzin; przygotowanie projektu – 15 godzin, przygotowanie do zaliczenia wykładu – 15 godzin

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

nie dotyczy

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Mechanika płynów, Hydraulika stosowana, Hydrologia, Meteorologia, Budowle i urządzenia hydrotechniczne, Budowle i zbiorniki wodne, Alternatywne źródła energii.

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Celem zajęć jest poszerzenie i pogłębienie wiedzy studentów w zakresie odnawialnych źródeł energii ze szczególnym uwzględnieniem energetyki wodnej.

**Treści kształcenia:**

Program wykładu:
Źródła energii. Energia odnawialna. Moc elektrowni (wyprowadzenie wzoru). Profil podłużny cieku. Dane hydrologiczne. Kataster sił wodnych. Elektrownie przepływowe i akumulacyjne. Rozkłady zapotrzebowania mocy (dobowy, tygodniowy, sezonowy). Wykresy obciążeń. Praca elektrowni w systemie energetycznym. Koszty wytwarzania. Efekty ekonomiczne wykorzystania energii z przesunięciem w czasie. Zbiorniki akumulacyjne: dobowe, tygodniowe, sezonowe, roczne, wieloletnie. Elektrownie przepływowe, akumulacyjne, szczytowo-pompowe. Zbiorniki wyrównawcze poniżej zbiorników akumulacyjnych. Obliczanie mocy i produkcji elektrowni przepływowych. Turbiny - typy. Wyróżnik szybkobieżności. Pagórek sprawności. Doprowadzenie wody do turbin: wlot, spirala wlotowa, wymiarowanie. Wyprowadzenie wody. Rura ssąca. Wysokość ssania. Ilość turbozespołów. Generatory. Transformatory. Chłodzenie elektrowni (odprowadzenie strat). Lokalizacja bloku elektrowni przy stopniu wodnym. Derywacje grawitacyjne i ciśnieniowe. Wpływ elektrowni na koryto cieku. Filar działowy. Wyposażenie elektrowni. Kraty wlotowe. Zamknięcia remontowe eksploatacyjne i awaryjne na wlocie. Rozbieganie turbiny. Blok elektrowni. Hala maszyn, płaszczyzna montażowa, suwnice. Wymiarowanie. Zamknięcia remontowe rur ssących. Zjawiska hydrauliczne w kanałach i rurociągach energetycznych. Problemy związane z zatrzymaniem rumowiska. Elektrownie wysokiego spadu. Badania cech fizycznych górotworu. Wykonawstwo sztolni poziomych i upadowych. Obudowy sztolni. Metody wzmacniania górotworu. Rurociągi stalowe i żelbetowe. Dobór średnicy optymalnej. Podpory główne i pośrednie - obciążenia. Kompensatory, zawory odpowietrzające, zamknięcia. Konstrukcje elektrowni podziemnych. Turbiny odwracalne. Sztolnie odpływowe Małe elektrownie wodne. Wyposażenie. Typy turbin. Regulacje prawne.
Program ćwiczeń:
Założenia wstępne i materiały wyjściowe do projektu elektrowni przepływowej lub szczytowo pompowej. Studia hydrologiczne. Materiały topograficzne. Studia geologiczne i geotechniczne. Obliczenia hydrologiczne. Dobór turbin, generatorów, transformatorów i suwnic. Wymiarowanie kraty, spirali wlotowej. Dobór rury ssącej Wymiarowanie poszczególnych pomieszczeń technicznych budynku elektrowni Omówienie zakresu rysunków zawierający poszczególne elementy elektrowni. Wykonanie rysunków.

**Metody oceny:**

Wykład - kolokwium. Projekt - wykonanie projektu zawierającego obliczenia i rysunki w formie sprecyzowanej pierwszych zajęciach. Poszczególne elementy projektu zaliczane w trakcie zajęć. Ocena łączna średnia ważona ocen z: zaliczenia wykładów (waga 0,6), zaliczenia ćwiczeń projektowych (waga 0,4)

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Arkuszewski A., Kiciński T., Romańczyk Cz., Żbikowski A. Budownictwo Wodne t. 1- 3, WSiP, Warszawa 1991;
Balcerski W. i in. Budowle wodne śródlądowe. Budownictwo betonowe t. 17, Arkady, Warszawa 1969;
Czyżewski K., Wolski W., Wójcicki S., Żbikowski A. Zapory ziemne Arkady, Warszawa 1973;
Depczyński W., Szamowski A. Budowle i zbiorniki wodne Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1999, wydanie II –XI 2001;
Fanti K., Fiedler K., Kowalewski J., Wójcicki S. Budowle piętrzące Arkady, Warszawa 1972;
Kledyński Z. Remonty budowli wodnych OWPW 2006;

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna zasady projektowania monitoringu elektrowni wodnych jako elementów obiektów hydrotechnicznych oraz małych elektrowni wodnych.

Weryfikacja:

kolokwium pisemne, wykonanie i obrona projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W02, IS\_W12, IS\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG.o, P7U\_W, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi przeprowadzić studia przedprojektowe i opracować projekt małej elektrowni wodnej lub koncepcji elektrowni wodnej jako elementu obiektu hydrotechnicznego.

Weryfikacja:

kolokwium pisemne, wykonanie i obrona projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U01, IS\_U08, IS\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Potrafi postępować zgodnie z zasadami etyki zawodowej i krytycznie oceniać wszystkie negatywne zagrożenia i skutki

Weryfikacja:

rozmowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01, IS\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK