**Nazwa przedmiotu:**

Budowle i urządzenia hydrotechniczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Paweł Popielski, prof. PW; dr hab. inż. Jan Winter, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Kierunkowe i Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

8

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

wykład - 30 godzin, ćwiczenia laboratoryjne - 15 godzin, ćwiczenia projektowe - 30 godzin.

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika płynów, Podstawy geologii i geotechniki,
Wytrzymałość materiałów i mechanika budowli, Statyka budowli

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Celem zajęć jest zapoznanie studiujących z podstawowymi rodzajami budowli hydrotechnicznych, ich charakterystycznymi elementami oraz wybranymi warunkami technicznymi jakim powinny odpowiadać te obiekty i ich usytuowanie, a także wprowadzenie w podstawy projektowania wybranych elementów budowli
i urządzeń hydrotechnicznych, ich wykonawstwa i eksploatacji.

**Treści kształcenia:**

Budownictwo wodne jako element rozwoju cywilizacyjnego w historii ludzkości. Przeznaczenie i rodzaje budowli wodnych. Klasyfikacja budowli wodnych. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budownictwa wodnego. Rodzaje zapór. Rodzaje zbiorników. Kanalizacja i zestopniowanie rzeki. Elementy stopni wodnych, pojęcie śluzy. Studia wstępne i materiały wyjściowe do projektu BH. Studia hydrologiczne. Przepływy miarodajne i kontrolne. Materiały topograficzne. Studia geologiczne i geotechniczne. Studia ekonomiczne. Oddziaływanie na środowisko – przepławki. Podstawowe elementy jazów. Funkcje jazów. Podział jazy stałe i z zamknięciami. Jazy stałe. Zadania jazów stałych Jazy stałe przepuszczalne (nieszczelne) Jazy stałe nieprzepuszczalne (szczelne) Upusty płuczące przy jazach stałych. Jazy z zamknięciami. Zadania jazów z zamknięciami. Rodzaje jazów z zamknięciami. Podstawowe elementy jazów z zamknięciami. Schematy statyczne jazu. Zamknięcia. Zamknięcia eksploatacyjne, remontowe, awaryjne. Warunki pracy zamknięć budowli piętrzących. Rozwiązania konstrukcyjne i obciążenia. Warunki przepływu wody nad i pod zamknięciami. Napowietrzanie. Uszczelnienia. Odmrażanie zamknięć. Urządzenia wyciągowe. Tory i prowadnice zamknięć. Ustalanie światła jazu i przekroju poprzecznego. Zapory ziemne. Podstawowe typy zapór ziemnych Główne elementy zapór ziemnych. Podstawowe wymiary zapór ziemnych. Urządzenia upustowe zapór ziemnych. Materiały do budowy zapór ziemnych i narzutowych. Krzywa depresji. Filtracja przez podłoże i przyczółki. Elementy uszczelniające. Drenaże i filtry odwrotne. Stateczność i osiadanie zapór ziemnych i narzutowych. Skarpy i korona zapory. Zapory betonowe. Typy zapór. Zapory ciężkie. Zapory półciężkie (oszczędnościowe). Zapory lekkie. Zapory łukowe. Połączenie zapory z podłożem. Zapory innych typów. Zapory kamienne. Części i elementy zapór betonowych. Podział zapór na sekcje (dylatacje) i bloki (szwy robocze). Urządzenia upustowe zapór betonowych. Hydraulika przelewów i spustów. Wymiarowanie przelewów. Normalny poziom piętrzenia i dopuszczalne nadpiętrzenia. Rozpraszanie energii. Ubezpieczenie, podłoża w stanowisku górnym i dolnym. Odskok hydrauliczny. Długość odskoku, niecka do rozpraszania energii i inne UDRE. Inne zjawiska hydrauliczne w rejonie stopnia wodnego. Umocnienia i rozmycia. Filtracja. Filtracja przez podłoże pod budowlami piętrzącymi. Przepływ wody przez podłoże skaliste. Filtracja przez podłoże nie skaliste. Filtracja wokół przyczółków betonowych Filtracja przez budowle i zapory betonowe . Filtracja przez zapory ziemne. Filtracja, sufozja, erozja, abrazja jako efekty piętrzenia. Obliczenia filtracji. Siatka hydrodynamiczna. Odkształcenia w gruncie powodowane przez filtrację. Uproszczone obliczanie ciśnienia filtracyjnego. Metoda Bligha i Lane’a, pojęcie gradientu dopuszczalnego, bezpieczna droga filtracji. Zabezpieczenia przed filtracją. Uszczelnienia, drenaże, filtry odwrotne. Wypór hydrostatyczny i hydrodynamiczny. Warunki stateczności budowli piętrzących. Rodzaje podłoża. Obciążenia stałe i wyjątkowe. Zasady oceny stateczności budowli piętrzących. Stateczność betonowych budowli piętrzących. Stateczność na przesunięcie Sprawdzenie wartości i rozkładów naprężeń. Stateczność na wywrócenie (obrót). Stateczność na wypłynięcie. Stateczność ziemnych budowli piętrzących. Sposoby powiększenia stateczności. Koncepcja stopnia wodnego. Uwarunkowania lokalizacyjne, hydrauliczne i wykonawcze. Przegrodzenie koryta rzeki. Zadania i konstrukcje gródź. Rodzaje gródź i wymagania. Grodze ziemne. Grodze ze ścianek szczelnych drewnianych. Grodze ze ścianek szczelnych stalowych i z tworzyw sztucznych. Grodze stawiane. Wykop fundamentowy. Odwodnienie wykopu fundamentowego. Stateczność skarp i zboczy wykopu. Stateczność dna wykopu fundamentowego. Elektrownie wodne. Dobowe zapotrzebowanie na energię elektryczną. Rodzaje elektrowni wodnych. Turbiny wodne. Moce elektrowni wodnych. Małe elektrownie wodne. Konstrukcje budowlane EW. Ujęcia wody. Wymagania podstawowe. Lokalizacja ujęć. Ujęcia wód powierzchniowych z cieków nie spiętrzonych. Ujęcia brzegowe. Ujęcia nurtowe. Ujęcia zatokowe. Ujęcia wód spiętrzonych. Warunki zimowe - śryż i lód. Rumowisko. Obiekt zrzutowe, rozwiązania konstrukcyjne w oczyszczalniach ścieków, wały przeciwpowodziowe, bierna i czynna ochrona przed powodzią.
Założenia wstępne i materiały wyjściowe do projektu. Studia hydrologiczne. Materiały topograficzne. Studia geologiczne i geotechniczne. Ustalenie klasy budowli oraz przepływów: miarodajnego, kontrolnego i budowlanego. Obliczenia całkowitego światła jazu dla przepływu miarodajnego, ustalenie kształtów progu, przyjęcie ilości przęseł i obliczenie grubości warstwy wody przelewającej się przez próg. Obliczenie nadpiętrzenia podczas remontu jednego przęsła przy przepływie miarodajnym oraz nadpiętrzenia przy przepływie kontrolnym. Przyjęcie schematu statycznego jazu i rodzaju zamknięć wraz z napędem. Ustalenie wymiarów i kształtów przekroju poprzecznego zapory ziemnej. Wymiarowanie niecki do rozpraszania energii. Obliczenie wymaganej drogi filtracji metodą Bligh’aLane’a. Obliczenie wyporu hydrodynamicznego metodą Bligh’a i Lane’a oraz obliczenie wyporu hydrostatycznego. Obliczenie stateczności progu w przypadku eksploatacyjnym
Obliczenie stateczności niecki wypadowej. Omówienie założeń koncepcyjnych dotyczące lokalizacji ujęcia lub przepławki dla ryb. Wymiarowanie. Omówienie programu i obliczenia za pomocą oprogramowania MES (Zsoil) dotyczące zapory ziemnej (osiadania stateczność i filtracja) oraz betonowej konstrukcji jazu (osiadania, filtracja pod jazem). Omówienie zakresu rysunków: plan zawierający kompozycję wszystkich elementów stopnia w skali 1:500 lub 1:1000, plan jazu w skali 1:50 lub 1:100, przekrój pionowy jazu wraz z umocnieniami od WG i WD w skali 1:50 lub 1:100, przekrój pionowy jazu wzdłuż osi zapory w skali 1:50 lub 1:100. Wykonanie rysunków.
Zajęcia laboratoryjne: Zajęcia terenowe na wybranych obiektach hydrotechnicznych.

**Metody oceny:**

Zaliczenie wykładu: Egzamin
Zaliczenie zajęć laboratoryjnych: Aktywne uczestnictwo w zajęciach terenowych
Zaliczenie ćwiczeń projektowych: Wykonanie projektu zawierającego obliczenia, wyniki modelowania MES i rysunki w formie sprecyzowanej na pierwszych zajęciach. Poszczególne elementy projektu zaliczane w trakcie zajęć.
Ocena zintegrowana to średnia ważona:
0,5 OW+0,35 OP+0,15 OL

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Arkuszewski A., Kiciński T., Romańczyk Cz., Żbikowski A.: Budownictwo Wodne tom 1- 3, WSiP, Warszawa 1991
[2] Balcerski W. i in.: Budowle wodne śródlądowe. Budownictwo betonowe. T 17 Arkady Warszawa 1969
[3] Czyżewski K., Wolski W., Wójcicki S., Żbikowski A.: Zapory ziemne. Arkady Warszawa 1973
[4] Depczyński W., Szamowski A.: Budowle i zbiorniki wodne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1999, wydanie II –XI 2001
[5] Fanti K., Fiedler K., Kowalewski J., Wójcicki S.: Budowle piętrzące. Arkady Warszawa 1972
[6] Kledyński Z.: Remonty budowli wodnych, OWPW 2006
[7] Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 20.04.2007r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane gospodarki wodnej i ich usytuowanie. (Dz. U. Nr 86 z 2007r., poz. 579)

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01:**

Posiada podstawową wiedzę z zakresu projektowania, budowy, modernizacji i eksploatacji obiektów budowlanych i urządzeń gospodarki wodnej.
Posiada szczegółową, jakkolwiek ograniczoną co do zakresu, wiedzę o korzystaniu z pakietów inżynierskiego oprogramowania do analizy i projektowania wybranych obiektów inżynierii wodnej
Posiada podstawową wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i modernizacji w zakresie inżynierii wodnej.

Weryfikacja:

egzamin, sprawdzian testowy, wykonanie i obrona projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W12, IS\_W13, IS\_W15

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, T1A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W11, T1A\_W04, T1A\_W05, T1A\_W11

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01:**

Potrafi opracować i zaprezentować w odpowiedniej formie projekt jazu ruchomego.
Posługuje się poprawnie terminologią i nomenklaturą stosowaną w zakresie budowli i urządzeń hydrotechnicznych.
Potrafi - z wykorzystaniem programów wspomagających - analizować i projektować elementy konstrukcji i urządzeń wodnych.

Weryfikacja:

egzamin, sprawdzian testowy, wykonanie i obrana projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U04, IS\_U13, IS\_U21

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U05, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U04, T1A\_U06, T1A\_U07

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K01:**

Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu informacji o środowiskowych aspektach działalności inżynierskiej w zakresie hydrotechniki oraz potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały

Weryfikacja:

rozmowa w trakcie zajęć

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K07