**Nazwa przedmiotu:**

Betonowe konstrukcje hydrotechniczne

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Zbigniew Kledyński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISIWO -MSP-2403

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Udział w zajęciach (wykład, ćwiczenia) - 60 godzin, studia literatury - 20 godzin, praca nad projektem, konsultacje - 45 godzin. Razem 125 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:**

nie dotyczy

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika i wytrzymałość materiałów, Budownictwo i konstrukcje inżynierskie, Budowle i urządzenia hydrotechniczne.

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Zaznajomienie z podstawowymi zasadami projektowania konstrukcji żelbetowych oraz kształtowania i obliczeń statyczno-wytrzymałościowych betonowych konstrukcji hydrotechnicznych

**Treści kształcenia:**

Wykład: Beton – materiał kompozytowy; konstrukcje wykonywane z zastosowaniem betonu – klasyfikacja (konstrukcje betonowe, żelbetowe, ze zbrojeniem rozproszonym, sprężone); właściwości betonu – wytrzymałość na ściskanie, odkształcalność, skurcz, pełzanie – klasy betonu według PN i EC; stal do zbrojenia betonu – wytrzymałość na rozciąganie, klasy stali; współpraca zbrojenia z betonem – przyczepność – istota konstrukcji żelbetowych.
Konstrukcje żelbetowe – fazy pracy konstrukcji (I, II i III), moment rysujący i siła rysująca; naprężenia w przekroju żelbetowym rozciąganym, zginanym i ściskanym – pojęcie przekroju sprowadzonego; naprężenia i warunki równowagi dla przekroju w chwili zniszczenia (faza III); minimalny stopień zbrojenia przekroju.
Projektowanie konstrukcji żelbetowych – wartości średnie, charakterystyczne i obliczeniowe wytrzymałości betonu i stali; klasyfikacja obciążeń – wartości charakterystyczne i obliczeniowe; projektowanie konstrukcji metoda stanów granicznych – stan nośności i stany użytkowalności.
Rola betonu w budowlach wodnych. Szczególne cechy betonowych budowli hydrotechnicznych. Masywność, termika, podziały masywów i etapowanie. Szwy robocze i dylatacje. Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe uszczelnień szwów roboczych i dylatacji.
Pojęcie betonu hydrotechnicznego. Oddziaływania na beton w budowlach wodnych. Agresja chemiczna środowiska wodnego i gruntowego. Oddziaływanie mrozu. Wytrzymałość na ściskanie. Ścieralność. Inne oddziaływania. Klasy ekspozycji wg PN-EN 206-1: 2003. Cementy powszechnego użytku. Cementy specjalne. Hydratacja cementu. Ciepło twardnienia.
Rozwój właściwości mechanicznych twardniejącego betonu. Pęcznienie i skurcz betonu. Pełzanie i relaksacja. Uwarunkowania fizyczne procesów zachodzących w młodym betonie Uszkodzenia młodego betonu w wyniku oddziaływań pośrednich.
Mechanizm wpływów termicznych. Uszkodzenia bloków swobodnych. Uszkodzenia bloków pozbawionych swobody odkształceń. Naprężenia skurczowe. Łączne oddziaływanie samoocieplenia i skurczu. Zbrojenie ze względu na oddziaływania pośrednie: termiczne naprężenia własne (elementy masywne zbrojone przypowierzchniowo), termiczne naprężenia wymuszone.
Elementy betonowe zapór ziemnych: budowle upustowe, galerie, okładziny na skarpach. Wymiarowanie elementów ubezpieczeń w strefie falowania.
Konstrukcje budowlane elektrowni wodnych. Etapy projektowania konstrukcyjnego elektrowni wodnej niskiego spadu.
Konstrukcje budowlane elektrowni wodnych – ciąg dalszy. Konstrukcja i obliczenie rury ssawnej. Obliczanie i konstrukcja wlotu i spirali. Problemy wykonawstwa masywnego bloku elektrowni
Konstrukcje betonowe na drogach wodnych. Przegląd budowli pod względem konstrukcyjno-materiałowym. Obliczenia statyczne i konstruowanie śluz komorowych. Obciążenia. Przypadki obciążeń. Obliczenia statyczne.
Obliczenia statyczne i konstruowanie śluz komorowych – ciąg dalszy. Wymiarowanie i wytyczne konstruowania. Stateczność śluz. Nośność podłoża. Wybrane aspekty remontów śluz komorowych.
Sztolnie hydroenergetyczne. Obciążenia obudowy sztolni hydroenergetycznych. Ciśnienie wewnętrzne wody. Ciśnienie zewnętrzne wody. Ciśnienie górotworu. Odpór górotworu. Rodzaje obudów sztolni hydrotechnicznych. Kryteria doboru.
Obliczenia statyczne sztolni. Współczesne zasady obliczania obudów wyrobisk górniczych (sztolnie i tunele hydrotechniczne, kawerny podziemne) - NAMBT
Projektowanie budowli hydrotechnicznych jako konstrukcji słabo zbrojonych. Zakres stosowania metody. Pewność konstrukcji. Wymiarowanie konstrukcji ze względu na nośność.
Projektowanie budowli hydrotechnicznych jako konstrukcji słabo zbrojonych – ciąg dalszy. Wymiarowanie konstrukcji ze względu na zarysowanie. Wskazówki konstrukcyjne. Zbrojenie konstrukcyjne. Otulenie zbrojenia.
Uzupełnienia. Podsumowanie zajęć.

Ćwiczenia projektowe: Obliczanie naprężeń w przekroju elementu żelbetowego w I i II fazie pracy konstrukcji – przykłady obliczeniowe.
Obliczanie naprężeń w przekroju elementu żelbetowego w I i II fazie pracy konstrukcji – przykłady obliczeniowe.
Stan graniczny nośności konstrukcji zginanych – przekroje pojedynczo zbrojone – przykłady obliczeniowe.
Stan graniczny nośności konstrukcji zginanych – przekroje podwójnie zbrojone – przykłady obliczeniowe.
Stan graniczny nośności elementów ściskanych mimośrodowo – przykłady obliczeniowe.
Kolokwium.
Stan graniczny nośności elementów poddanych działaniu sił poprzecznych.
Objaśnienie tematu projektu – elementy konstrukcji hali; omówienie ogólnych zasad wykonywania obliczeń statycznych.
Płyta stropowa jednokierunkowo zbrojona – zestawienie obciążeń statycznych, wyznaczenie rozkładu momentów metodą plastycznego wyrównania momentów; wymiarowanie zbrojenia; sprawdzenie ugięcia i zarysowania metodami uproszczonymi; omówienie zasad zbrojenia płyt.
Żebro stropu – zestawienie obciążeń, wyznaczenie rozkładu sił wewnętrznych metodą plastycznego wyrównania momentów; wymiarowanie zbrojenia podłużnego i poprzecznego; sprawdzenie ugięć metodą uproszczoną oraz zarysowań metodą normową; omówienie zasad zbrojenia belek.
Rama poprzeczna hali – zestawienie obciążeń działających na ramę poprzeczną; schemat statyczny i przygotowanie obliczeń komputerowych.
Zajęcia komputerowe - obliczenie rozkładu sił wewnętrznych w ramie poprzecznej z wykorzystaniem programów komputerowych.
Omówienie zasad zbrojenia rygla i słupa ramy poprzecznej.
Omówienie zasad projektowania i zbrojenia krótkiego wspornika.
Omówienie zasad wykonywania rysunków konstrukcyjnych.

**Metody oceny:**

Wykład: Egzamin (pisemny lub ustny). Ćwiczenia projektowe: Uzyskanie pozytywnej oceny z kolokwium. Wykonanie i obrona ustna projektu hali maszyn siłowni wodnej. Ocena zintegrowana to średnia arytmetyczna oceny z egzaminu i ćwiczenia projektowego

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] „Budownictwo betonowe”, t. XVII, Warszawa, Arkady 1966;
[2] Czarnecki L i inni „Beton według normy PN-EN 206-1. Komentarz” Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 2004;
[3] Kiernożycki W.: Betonowe konstrukcje masywne. Polski cement. Kraków 2003.;
[4] Łapko A., Jansen B. Ch.: Podstawy projektowania i algorytmy obliczeń konstrukcji żelbetowych. Arkady . Warszawa 2005.;
[5] BN-62/6738-03 „Beton hydrotechniczny. Składniki betonu. Wymagania techniczne”;
[6] PN-EN 206-1: 2014 „Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”;
[7] PN-B-06265 „Krajowe uzupełnienia PN-EN 206-1 Beton: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”;
[8] PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowe.;
[9] PN-EN 1991 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje;
[10] PN-EN 1992 Eurokod 2.Projektowanie konstrukcji z betonu;
[11] ZN-66/HP/1. Budowle hydrotechniczne. Konstrukcje słabo zbrojone. Obliczenia statyczne i projektowe.;

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu, kształtowania i projektowania statyczno-wytrzymałosciowego konstrukcji hydrotechnicznych z betonu. Zna właściwości fizyczne, mechaniczne i eksploatacyjne materiałów stosowanych w hydrotechnicznych obiektach budowlanych, w których podstawowym materiałem jest beton.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W12, IS\_W19

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi wykonać i przedstawić w formie pisemnej i graficznej projekt konstrukcyjny wybranych elementów elektrowni wodnej niskiego spadu. Potrafi samodzielnie i w zespole projektować elementy betonowej konstruckcji hydrotechnicznej.

Weryfikacja:

zaliczenie kolokwium i projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U13, IS\_U18

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Jest świadomy konieczności ciągłego dokształcania się i podnoszenia swoich umiejętności.

Weryfikacja:

Rozmowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01

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

**Charakterystyka K02:**

Umie pracować w zespole i zdaje sobie sprawę z odpowiedzialności w pracy inżynierskiej.

Weryfikacja:

Rozmowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K04

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