**Nazwa przedmiotu:**

Budowle podziemne II

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Anna Siemińska–Lewandowska, dr hab. inż. Monika Mitew-Czajewska, dr Rafał Kuszyk, mgr inż Urszula Tomczak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Mosty i Budowle Podziemne

**Kod przedmiotu:**

1080-BUMBP-MZP-0408

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Razem 100 godz. = 4 ECTS: wykład 24 godz., ćwiczenia projektowe 8 godz., przygotowanie i obrona projektu 20 godz., obliczenia komputerowe i weryfikacja obliczeń 20 godz., zapoznanie z literaturą 15 godz., przygotowanie i obecność na egzaminie 13 godz.

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wykład 24 godz., ćwiczenia projektowe 8 godz., konsultacje projektu 8 godz., konsultacje obliczeń komputerowych 10 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 48 godz. = 2 ECTS: ćwiczenia projektowe 8 godz., przygotowanie i obrona projektu 20 godz., obliczenia komputerowe i weryfikacja obliczeń 20 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 24h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 8h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Przed rozpoczęciem nauki przedmiotu, student powinien zaliczyć następujące przedmioty: podstawy budownictwa podziemnego, geologię, wytrzymałość materiałów, mechanikę budowli i geotechnikę.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

W wyniku zaliczenia przedmiotu student nabywa wiedzę niezbędną do projektowania i wykonawstwa budowli podziemnych tzn. tuneli i podziemnych obiektów kubaturowych, tuneli drążonych tarczami zmechanizowanymi oraz znajomość technologii i podstaw projektowania głębokich wykopów w budownictwie komunikacyjnym i ogólnym.

**Treści kształcenia:**

Wykłady:
1. Opanowywanie wód gruntowych w robotach podziemnych: wykonywanie sztucznej depresji zwierciadła wody gruntowej, sztuczne mrożenie gruntów - przykłady zastosowań, iniekcje niskociśnieniowe w celu uszczelnienia i/lub wzmocnienia gruntu, tunelowanie pod sprężonym powietrzem.
2. Metody tarczowe, klasyfikacja; tarcza niezmechanizowana - obudowa tubingowa; tarcze zmechanizowane (TBM) - tarcza zawiesinowa (SS), zasady zapewniania stateczności przodka, budowa, zasady funkcjonowania; tarcza wyrównywanych ciśnień gruntowych (EPB), zasady zapewniania stateczności przodka, budowa, zasady funkcjonowania; kryteria wyboru tarcz - techniczne, ekonomiczne; obudowa segmentowa tuneli wykonywanych za pomocą tarcz zmechanizowanych; niecka osiadania nad tunelami wykonywanymi metodami tarczowymi.
3. Budowa tuneli podwodnych metodą zatapiania prefabrykowanych segmentów.
4. Budowa tuneli metodą opuszczania segmentów tuneli w postaci kesonów.
5. Tunele pływające - wady i zalety.
6. Betony w budownictwie podziemnym.

Ćwiczenia projektowe:
Wykonanie projektu obudowy wykopu: koncepcja technologii realizacji, wybór optymalnych przekrojów charakterystycznych, ocena geologii i geotechniki, wymiarowanie ścian i obliczenia w każdej fazie realizacji – część rysunkowa i obliczeniowa.

**Metody oceny:**

Ocena pracy studenta na podstawie wykonanego projektu konsultowanego podczas semestru oraz obrony i kolokwium zaliczeniowego. Egzamin pisemny.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] Stamatello H. – Tunele i miejskie budowle podziemne;
[2] Bartoszewski, Lessaer – Tunele i przejścia podziemne w miastach;
[3] Jarominiak – Lekkie konstrukcje oporowe;
[4] Wiłun Z. – Zarys geotechniki;
[5] Warunki techniczne wykonywania ścian szczelinowych, wydanie III – Instytut Badawczy Dróg i Mostów;
[6] B.P. Metroprojekt: Wydzielenia geotechniczne i normowe wartości parametrów gruntów występujących w rejonie I linii metra w Warszawie;
[7] Thiel H. – Mechanika skał;
[8] Dembicki E. – Parcie, odpór i nośność gruntu;
[9] Siemińska-Lewandowska A. –Głębokie wykopy, projektowanie i wykonawstwo;
[10] Siemińska-Lewandowska A. – Przemieszczenia kotwionych ścian szczelinowych;
[11] Ou Ch. - Deep excavation. Theory and practice;
[12] Hajnal I., Marton J., Regele Z. - Construction of diaphragm walls;
[13] Puller M. - Deep excavation;
[14] Chapman D, Metje N., Stark A. - Introduction to Tunnel Construction;
[15] Tajduś A., Cała M., Tajduś K. Geomechanika w budownictwie podziemnym. Projektowanie i budowa tuneli;
[16] Prasa techniczna: Inżynieria i Budownictwo, Inżynieria Morska i geotechnika, Geoinżynieria Drogi Mosty Tunele;
[17] International technical press: Tunnels and Tunnelling, Tunnel, World Tunnelling, Gallerie e grandi opere sotterranee, Tunnels et espace soutterrain, Geomechaniecs and Tunnelling, GeoZone, Tunnelling journal, ATS Journal, Tunel;
[18] strona internetowa ITA-AITES (International Tunnelling Associacion) - www.ita-aites.org;
[19] normy.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Student ma wiedzę o metodach budowy i projektowaniu tuneli i podziemnych obiektów kubaturowych, zna normy i przepisy.

Weryfikacja:

na podstawie egzaminu pisemnego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W09, K2\_W10, K2\_W15\_MBP, K2\_W13

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi wybrać metodę budowy i zaprojektować obudowę tunelu.

Weryfikacja:

na podstawie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U06, K2\_U07, K2\_U09, K2\_U10, K2\_U16\_MBP, K2\_U17\_MBP, K2\_U18\_MBP, K2\_U19\_MBP, K2\_U12, K2\_U13, K2\_U04, K2\_U05

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Potrafi współpracować z zespołem i rozumie jakie są oddziaływania budowli podziemnych na otoczenie.

Weryfikacja:

w pracy nad projektem.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K07, K2\_K02, K2\_K03, K2\_K05, K2\_K06

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