

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku angielskim:	Underground structures – urban infrastructure
Nazwa w języku polskim:	Budownictwo podziemne – infrastruktura miejska
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>budownictwo</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	Civil Engineering
Stopień studiów i forma:	I/ II stopień*, stacjonarna /niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy /wybieralny /ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu:	CEB003962
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2,0	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,2			1,2	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Ma wiedzę z zakresu statyki budowli.
2. Zna zasady mechaniki gruntów dla potrzeb inżynierii budowlanej.
3. Zna normy oraz algorytmy dotyczące wymiarowania konstrukcji żelbetowych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z zasadami współpracy obudowy tunelowej z otaczającym górotworem.
- C2. Zapoznanie z różnymi typami budowli podziemnych oraz różnymi technologiami ich wykonania.
- C3. Wykształcenie umiejętności projektowania żelbetowych obudów tunelowych.
- C4. Wykształcenie umiejętności zaawansowanego projektowania komunikacyjnych tuneli głębokich.
- C5. Wykształcenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania oraz interpretacji i weryfikacji wyników obliczeń analitycznych.
- C6. Ugruntowanie umiejętności pracy nad powierzonym zadaniem oraz świadomości konieczności poszukiwania nowych rozwiązań teoretycznych i praktycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
Z zakresu wiedzy:	
PEK_W01	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu analizy, projektowania i konstruowania wybranych komunikacyjnych obiektów podziemnych w infrastrukturze miejskiej.
PEK_W02	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu mechaniki górotworu, oraz projektowania i wykonawstwa głębokich tuneli komunikacyjnych.
Z zakresu umiejętności:	
PEK_U01	Poprawnie definiuje modele obliczeniowe konstrukcji i ich elementów, służące do analitycznej analizy płytkich oraz głębokich konstrukcji podziemnych.
PEK_U02	Poprawnie projektuje wybrane elementy złożonych obiektów budownictwa podziemnego.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEK_K01	Potrafi pracować nad realizacją zadania samodzielnie (samodzielne rozwiązanie ćwiczenia projektowego).
PEK_K02	Ma świadomość konieczności poszerzania wiedzy w zakresie współczesnych technik projektowania konstrukcji podziemnych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie – podstawowe określenia i klasyfikacje obiektów podziemnych infrastruktury miejskiej: tunele szybkiej kolei miejskiej, przejścia podziemne, tunele drogowe, tunele tramwajowe.	2
Wy2	Definicja i klasyfikacje przestrzeni podziemnej ze względu na jej wykorzystanie, funkcje, głębokość. Omówienie podstawowych czynników psychologicznych związanych z użytkowaniem budowli zlokalizowanych w przestrzeni podziemnej. Kształtowanie płytkich budowli podziemnych.	2
Wy3	Specyfika obciążeń płytkich budowli podziemnych. Określanie wartości obciążeń działających na konstrukcję tunelu.	2
Wy4	Specyfika obciążeń płytkich budowli podziemnych – c.d. Procedura określania sił wewnętrznych w konstrukcji jako ustroju prętowym. Określanie sztywności więzi sprężystych.	2
Wy5	Technologie odkrywkowe wykonywania obiektów podziemnych. Sposoby zabezpieczania ścian głębokich wykopów.	2
Wy6	Technologie bezwykopowe wykonywania obiektów podziemnych – metoda mediolańska, metoda tarczowa wraz z omówieniem technik podparcia czoła wyrobiska w zależności od warunków geotechnicznych.	2
Wy7	Omówienie specyfiki komunikacyjnych tuneli głębokich. Omówienie charakterystyki projektowej tuneli zlokalizowanych w masywie skalnym. Efekt skali w odniesieniu do parametrów mechanicznych masywu skalnego. Zaawansowane systemy wentylacji długich i głębokich tuneli komunikacyjnych.	2
Wy8	Systemowe rozwiązania profilu podłużnego tuneli głębokich i ich konsekwencje na odwodnienie i wentylację obiektu. Omówienie wytycznych w zakresie bezpieczeństwa użytkowania tuneli drogowych i kolejowych wymaganych stosownymi dyrektywami Komisji Europejskiej.	2
Wy9	Zaawansowane systemy izolacji przeciwwodnych tuneli głębokich: izolacje wtłaczane, izolacje na „ślepy” stropie, izolacje szczelin dylatacyjnych. Izolacje stosowane pomiędzy obudową tymczasową a stałą.	2
Wy10	Definicja głębokości krytycznej oraz oszacowanie jej wartości dla wyrobiska wykonanego w górotworze spełniającym kryterium wytrzymałości: a.) Coulomba – Mohra oraz b.) Hoeka – Browna.	2
Wy11	Oddziaływanie deformacyjne górotworu na obudowę tunelową. Zagadnienie	2

	sprężysto-plastyczne wyrobiska kołowego na dużej głębokości – część I: deformacje sprężyste. Tunel zlokalizowany powyżej głębokości krytycznej.	
Wy12	Zagadnienie sprężysto-plastyczne wyrobiska kołowego na dużej głębokości – część II: plastyczne płynięcie. Tunel zlokalizowany poniżej głębokości krytycznej.	2
Wy13	Oddziaływanie statyczne górotworu na obudowę tunelową. Inżynierskie metody oceny ciśnienia górotworu. Wpływ podatności obudowy oraz czasu instalacji obudowy ostatecznej na wartość obciążenia na nią działającego.	2
Wy14	Parametryczna ocena jakości masywu skalnego. Klasyfikacje masywu skalnego: RQD, RMR, Q, GSI. Wstępny dobór obudowy tunelowej z wykorzystaniem wskaźników RMR, Q oraz GSI.	2
Wy15	Tunelowanie w masywie skalnym. Metoda tarczowa, rodzaje tarcz, techniki urabiania, Nowa Austriacka Metoda Budowy Tuneli, metody strzałowe, etapowanie drążenia tunelu w słabym masywie skalnym.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Przedstawienie zakresu projektu, warunków zaliczenia oraz dostępnej literatury. Wydanie indywidualnych tematów projektowych studentom. Omówienie zakresu ćwiczenia projektowego. Wprowadzenie do tematyki przedmiotu. Omówienie toku postępowania przy projektowaniu konstrukcji zlokalizowanych w masywie skalnym.	2
Pr2	Przedstawienie zasad sporządzania przekrojów poprzecznych i podłużnych głębokich tuneli komunikacji samochodowej. Czynniki wpływające na geometrię przekroju poprzecznego tuneli. Stworzenie roboczych przekrojów poprzecznych tuneli samochodowych. Omówienie rozwiązań dotyczących zagadnienia izolacji tuneli komunikacyjnych.	2
Pr3	Przedstawienie zasad sporządzania przekrojów poprzecznych i podłużnych głębokich tuneli komunikacji kolejowej. Czynniki wpływające na geometrię przekroju poprzecznego tuneli. Stworzenie roboczych przekrojów poprzecznych tuneli kolejowych. Omówienie rozwiązań dotyczących zagadnienia wentylacji tuneli komunikacyjnych.	2
Pr4	Krótką prezentacją możliwych technologii wykonania głębokich tuneli komunikacyjnych. Omówienie klasyfikacji masywów skalnych z wykorzystaniem systemu GSI. Przykłady obliczeniowe dot. określania jakości masywu skalnego według klasyfikacji GSI. Określanie parametrów odkształceniowych masywu skalnego na podstawie wskaźnika GSI oraz parametrów próbek materiału skalnego. Indywidualna praca studentów nad projektami.	2
Pr5	Omówienie kryterium wytrzymałościowego Hoeka – Browna. Wskazanie różnic w mechanicznym zachowaniu się materiału skalnego (próbki) oraz masywu skalnego. Przedstawienie związków do określania parametrów w/w kryterium na podstawie wartości GSI. Określanie parametrów naruszonego	2

	masywu skalnego w sąsiedztwie wyrobiska tunelowego. Określanie głębokości krytycznej. Indywidualna praca studentów nad projektami.	
Pr6	Zagadnienie sprężysto-plastyczne wyrobiska kołowego na dużej głębokości: deformacje sprężyste, deformacje sprężysto – plastyczne. Określanie intensywności obciążenia przekazywanego na obudowę przez górotwór w dwóch skrajnych przypadkach: (a) wyrobisko znajduje się powyżej głębokości krytycznej, (b) wyrobisko znajduje się poniżej głębokości krytycznej.	2
Pr7	Określanie intensywności obciążenia przekazywanego na obudowę przez górotwór przy założeniu maksymalnego zasięgu strefy plastycznej. Indywidualna praca studentów nad projektami.	2
Pr8	Przedstawienie przez studentów graficznej części projektu oraz obliczeń dotyczących określania intensywności obciążenia działającego na obudowę tunelu. Dyskusja i wstępna ocena wykonanych prac.	2
Pr9	Dobór schematu statycznego obudowa – górotwór. Określanie sztywności podpór sprężystych. Iteracyjna procedura określania sił wewnętrznych w ustroju prętowym. Indywidualna praca studentów na projektami.	2
Pr10	Wymiarowanie żelbetowej konstrukcji tunelu. Wykonanie rysunku konstrukcyjnego obudowy stałej.	2
Pr11	Przedstawienie przez studentów wyników obliczeń statyczno – wytrzymałościowych. Dyskusja i wstępna ocena wykonanych prac.	2
Pr12	Omówienie zasad określania minimalnego wydatku strumienia powietrza ze względu na rozrzedzenie zawartości zanieczyszczeń stałych i gazowych do poziomów dopuszczalnych odpowiednimi rozporządzeniami: metoda Pulsforta, metoda Bendeliusa. Przykład obliczeniowy.	2
Pr13	Omówienie zagadnienia dot. bezpieczeństwa w tunelach komunikacyjnych. Elementy dodatkowego wyposażenia tuneli komunikacyjnych wynikające z obowiązujących w Unii Europejskiej dyrektyw Komisji Europejskiej. Indywidualna praca studentów na projektami.	2
Pr14	Omówienie technologii etapowania prac. Wykonanie opisu technologii budowy tunelu według Nowej Austriackiej Metody Budowy Tuneli z drażnieniem wyrobiska metodą strzałową. Indywidualna praca studentów na projektami.	2
Pr15	Prezentacja i oddanie gotowych projektów przez studentów. Zaliczanie.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład: prezentacje multimedialne, prezentacja słowna, tablica.
N2.	Projekt: rozwiązywanie przykładów obliczeniowych, prezentacje multimedialne, tablica, dyskusje nad przyjętymi rozwiązaniami projektowymi.

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 (projekt)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Ocena opracowanych przez studentów częściowych rozwiązań projektowych
F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Prezentacja i odbiór projektu
$P = 0,5 \times F1 + 0,4 \times F2 + 0,1 \times \text{OBECNOŚĆ (projekt)}$		
F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_K02	Egzamin
$P = 0,9 \times F1 + 0,1 \times \text{OBECNOŚĆ (wykład)}$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] Chapman D., Metje N., Stärk A.: “Introduction to Tunnel Construction”, Taylor and Francis Group, 2010.
[2] Goel, Rajnish K., Bhawani S., Zhao K.: “Underground infrastructures: planning, design, and construction”, Butterworth-Heinemann, 2012.
[3] Bieniawski Z. T.: „Engineering Rock Mass Classifications”, Wiley, 1989.
[4] Hoek E.: Support of underground excavations in hard rock, 1995.
[5] Megaw T.M.: Tunnels: planning, design, construction, 1983.
[6] Kolymbas D.: Tunneling and tunnel mechanics: a rational approach to tunneling, 2005.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] Lunardi P.: Design and construction of tunnels, 2008.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)
dr. inż. Adrian Róžański, Katedra Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego, adrian.rozanski@pwr.edu.pl
CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Katedra Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego: prof. dr hab. inż. Dariusz Łydźba, dariusz.lydzba@pwr.edu.pl dr inż. Adrian Róžański, Adrian.Rozanski@pwr.edu.pl dr inż. Marek Kawa, Marek.Kawa@pwr.edu.pl dr inż. Maciej Sobótka, Maciej.Sobotka@pwr.edu.pl Katedra Mechaniki Budowli i Inżynierii Miejskiej: prof. dr hab. inż. Cezary Madryas, Cezary.Madryas@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Underground structures – urban infrastructure
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *budownictwo*
I SPECJALNOŚCI **Civil Engineering**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
Wiedza				
PEK_W01	K2_W05, K2_W06, K2_W11, K2S_CEB_W20, K2S_CEB_W21	C2, C3	Wy1 do Wy6	N1
PEK_W02	K2_W05, K2_W11, K2_W13, K2S_CEB_W21	C1, C2, C3	Wy7 do Wy15	N1
Umiejętności				
PEK_U01	K2_U04, K2_U05, K2_U07, K2S_CEB_U19, K2S_CEB_U22	C3, C4, C5, C6	Pr2 do Pr7, Pr8 do Pr10, Pr12 do Pr14	N2
PEK_U02	K2_U06, K2_U07, K2_U09, K2_U12, K2S_CEB_U19, K2S_CEB_U22	C3, C4, C5, C6	Pr2 do Pr7, Pr8 do Pr10, Pr12 do Pr14	N2
Kompetencje społeczne				
PEK_K01	K2_K03	C5	Pr2 do Pr5, Pr7, Pr9, Pr13, Pr14	N2
PEK_K02	K2_K01	C6	Pr1, Pr4, Pr8, Pr11, Pr13, Pr14	N2

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej