

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2012/2013

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 2

Stopień studiów: II

Specjalności: Hydrotechnika i geoinżynieria

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Konstrukcje współpracujące z gruntem |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                      |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚ IŚ oIIS C17 12/13                |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                 |
| SEMESTRY                                | 2                                    |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15     | 0         | 0            | 15                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów ze współczesnymi metodami analizy konstrukcji budowlanych w układzie konstrukcyjno-technicznym przy zastosowaniu metody elementów skończonych

**Cel 2** Zapoznanie studentów z metodami szacowania wartości parametrów materiałowych modeli konstytutywnych gruntów z badań laboratoryjnych oraz in situ

**Cel 3** Zapoznanie studentów z metodyką budowy dyskretnych modeli obliczeniowych układu konstrukcja-podłoże w warunkach niejednorodnego rozkładu warstw geotechnicznych oraz obecności wód gruntowych

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Ukończony kurs mechaniki technicznej, wytrzymałości materiałów oraz mechaniki budowli

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna podstawowe pojęcia z zakresu metody elementów skończonych, zna różnice pomiędzy modelami obliczeniowymi w płaskich stanach naprężenia i odkształcenia, osiowej symetrii oraz 3D w odniesieniu do zagadnień statyki i filtracji, zna podstawowe zasady budowy dyskretnych modeli obliczeniowych

**EK2 Umiejętności** Student potrafi zbudować dyskretny model obliczeniowy w programie ZSOIL dla zagadnienia stateczności skarpy naturalnej lub powstałej w wyniku wykopu wraz z uwzględnieniem obecności wód gruntowych. Potrafi ocenić czy model danego zagadnienia może być sprowadzony do modelu 2D czy musi być analizowany jako układ 3D

**EK3 Wiedza** Student zna podstawy teoretyczne idealnie sprężysto-plastycznego modelu Mohra-Coulomba oraz modelu Hardening Soil (uwzględniającego silną zmianę sztywności w zakresie małych odkształceń) oraz metodykę kalibracji parametrów tych modeli na podstawie badań laboratoryjnych i polowych sondą statyczną CPTU

**EK4 Umiejętności** Student potrafi na podstawie wyników badań trójosiowych ze swobodnym drenażem łącznie z pomiarem prędkości fali poprzecznej skalibrować model Mohra-Coulomba oraz model Hardening Soil, potrafi na podstawie profili sondowania CPTU ( $q_c$ ,  $f_s$ ,  $u_2$ ) wydzielić warstwy geotechniczne oraz dokonać estymacji wybranych parametrów w/w modeli na podstawie formuł korelacyjnych

**EK5 Wiedza** Student zna zasady konstrukcji modeli obliczeniowych układu konstrukcja-podłoże, zna wszystkie elementy służące do modelowania konstrukcji lub ewentualnie wzmocnienia podłoża, w tym elementy powłokowe, belkowe, prętowe, kotwy, elementy interfejsowe z tarciem typu Coulomba, zna zasady definiowania warunków brzegowych i początkowych, w tym naprężeń efektywnych in situ oraz ciśnień wody w porach

**EK6 Umiejętności** Student potrafi zbudować dyskretny model ściany szczelinowej rozpiętej stropami i kotwioną wraz z systematycznym odwadnianiem wykopu w układzie 2D, potrafi zbudować model dyskretny płyty fundamentowej zespolonej z palami dla celów posadowienia wysokiego budynku jako układu 3D

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |   |                  |
|--------------------------|---|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| K1                       | Wprowadzenie do systemu obliczeniowego ZSOIL. Budowa prostego modelu obliczeniowego dla zagadnienia statyki ścianki szczelnej połączone z oceną współczynnika stateczności metodą redukcji c-fi   | 4                |
| K2                       | Analiza zagadnienia osuwiska dla skarpy naturalnej na skutek długotrwałego nawadniania.   | 2                |
| K3                       | Wprowadzenie do modelowania 3D. Zasady budowy modeli 3D, podstawowe narzędzia do konstrukcji modeli układu konstrukcja-grunt oraz generacji niejednorodnego podłoża gruntowego dla wyspecyfikowanych warstw geotechnicznych w otworach badawczych | 2                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |  |                  |
|--------------------------|--|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K4</b>                | Przeprowadzenie analizy statycznej ściany szczelinowej w układzie 2D; Estymacja parametrów dla poszczególnych warstw geotechnicznych na podstawie badań trójosiowych w warunkach swobodnego drenażu uzupełnionych o pomiar prędkości propagacji fali ścinania  | 3                |
| <b>K5</b>                | Przeprowadzenie analizy statycznej wielkogabarytowej płyty fundamentowej wzmocnionej układem pali posadowionej na słabym podłożu. Część 1. Wykonanie modelu płyty oraz podłoża Część 2. Estymacja parametrów dla poszczególnych warstw geotechnicznych na podstawie profili CPTU w otworach badawczych Część 3. Optymalizacja ilości, długości oraz układu pali współpracujących z płytą | 4                |

| WYKŁAD    |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Podstawy teorii ośrodka rozdrobnionego częściowo nasyconego traktowanego jako kontinuum dwuskładnikowe. Równania bilansowe oraz równania konstytutywne dla szkieletu i cieczy. Warunki brzegowe i początkowe dla nieliniowych zadań statyki i filtracji w analizie interakcji układu konstrukcja-grunt | 4                |
| <b>W2</b> | Metoda elementów skończonych dla liniowych i nieliniowych zadań statyki, filtracji oraz zagadnienia konsolidacji   | 3                |
| <b>W3</b> | Podstawy równań konstytutywnych dla gruntów, model Mohra-Coulomba oraz model Hardening Soil uwzględniający silną zmianę sztywności w zakresie małych odkształceń   | 4                |
| <b>W4</b> | Kalibracja modelu Mohra-Coulomba oraz modelu Hardening Soil na podstawie wyników badań laboratoryjnych trójosiowego ściskania wraz z pomiarem prędkości fali ścinania, badania edometrycznego oraz sondowania CPTU   | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Wykłady

**N3** Praca w grupach

**N4** Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI  | ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI |
|---|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                              |   |
| Godziny wynikające z planu studiów  | 0   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji   | 0   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta</b>  | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b> | <b>0</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU   | 0   |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt zespołowy

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

P2 Kolokwium

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 W trakcie oddawania sprawozdania z wykonanego ćwiczenia projektowego każdy student musi odpowiedzieć na kilka pytań z zakresu dotyczącego danego tematu

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna podstawowych pojęć z zakresu modelowania MES w odniesieniu do zadań statyki, filtracji oraz zagadnień sprzężonych dla układu konstrukcja-podłoże; z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał poniżej 51% punktów za prawidłowe odpowiedzi |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawowe pojęcia z zakresu modelowania MES w odniesieniu do zadań statyki, filtracji oraz zagadnień sprzężonych dla układu konstrukcja-podłoże; z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 51-60% punktów za prawidłowe odpowiedzi          |
| NA OCENĘ 3.5        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 61-70% punktów za prawidłowe odpowiedzi  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 4.0        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 71-81% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |
| NA OCENĘ 4.5        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 82-93% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |
| NA OCENĘ 5.0        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał powyżej 94-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi samodzielnie wykonać modelu obliczeniowego MES dla analizy stateczności skarpy z uwzględnieniem obecności wód gruntowych; nie wykonuje w terminie sprawozdania z przeprowadzonych obliczeń; sprawozdanie ocenione zostało na 2 w skali 2 do 5 lub z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student nie uzyskał minimum 51% punktów |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wykonać model dyskretny MES dla zadania stateczności skarpy z uwzględnieniem obecności wód gruntowych; wykonuje sprawozdanie w terminie; sprawozdanie ocenione zostało na minimum 3 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 51-60% punktów  |
| NA OCENĘ 3.5        | Sprawozdanie ocenione zostało na minimum 4 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 61-70% punktów   |
| NA OCENĘ 4.0        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 71-80% punktów   |
| NA OCENĘ 4.5        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 81-93% punktów   |
| NA OCENĘ 5.0        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 93-100% punktów  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna podstaw teoretycznych modeli Mohra-Coulomba (M-C) oraz Hardening Soil; nie zna zasad szacowania wartości wybranych parametrów tych modeli na podstawie badań laboratoryjnych lub sondowania CPTU; z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał poniżej 51% punktów za prawidłowe odpowiedzi                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna podstawy teoretyczne modeli Mohra-Coulomba (M-C) oraz Hardening Soil; zna zasady szacowania wartości wybranych parametrów tych modeli na podstawie badań laboratoryjnych i sondowania CPTU; z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 51-60% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |
| NA OCENĘ 3.5        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 61-70% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |
| NA OCENĘ 4.0        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 71-81% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 4.5        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 82-93% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |
| NA OCENĘ 5.0        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał powyżej 94-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi oszacować wartości naprężeń efektywnych, a następnie wydzielić warstw geotechnicznych dla danego profilu sondowania CPTU; nie potrafi szacować wartości wybranych parametrów modeli Mohra-Coulomba i Hardening Soil na podstawie wyników badań trójosiowych oraz sondowania CPTU; nie wykonuje w terminie sprawozdania z przeprowadzonych obliczeń; sprawozdanie ocenione zostało na 2 w skali 2 do 5 lub z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student nie uzyskał minimum 51% punktów |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi oszacować wartości naprężeń efektywnych, a następnie wydzielić warstwy geotechniczne dla danego profilu sondowania CPTU; potrafi szacować wartości wybranych parametrów modeli Mohra-Coulomba i Hardening Soil na podstawie wyników badań trójosiowych oraz sondowania CPTU; wykonuje w terminie sprawozdanie z przeprowadzonych obliczeń; sprawozdanie ocenione zostało na minimum 3 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 51-60% punktów              |
| NA OCENĘ 3.5        | Sprawozdanie ocenione zostało na minimum 4 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 61-70% punktów   |
| NA OCENĘ 4.0        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 71-80% punktów   |
| NA OCENĘ 4.5        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 81-93% punktów   |
| NA OCENĘ 5.0        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 93-100% punktów  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna zasad konstrukcji dwu- lub trójwymiarowych modeli dyskretnych układu konstrukcja-podłoże; z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał poniżej 51% punktów za prawidłowe odpowiedzi  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna zasady budowy dyskretnych dwu- i trójwymiarowych modeli układów konstrukcja-grunt; z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 51-60% punktów za prawidłowe odpowiedzi  |
| NA OCENĘ 3.5        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 61-70% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |
| NA OCENĘ 4.0        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 71-81% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 4.5        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał 82-93% punktów za prawidłowe odpowiedzi  |
| NA OCENĘ 5.0        | Z części, kolokwium zaliczeniowego, dotyczącej tego efektu kształcenia uzyskał powyżej 94-100% punktów za prawidłowe odpowiedzi   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 6 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi wykonać samodzielnie modelu MES 2D dla ściany szczelinowej rozpiętej lub kotwionej lub nie potrafi wykonać prostego modelu 3D płyty fundamentowej zespolonej z palami; nie wykonuje w terminie sprawozdania z przeprowadzonych obliczeń; sprawozdanie ocenione zostało na 2 w skali 2 do 5 lub z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student nie uzyskał minimum 51% punktów |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wykonać samodzielnie model MES 2D dla ściany szczelinowej rozpiętej lub kotwionej oraz potrafi wykonać prosty model 3D płyty fundamentowej zespolonej z palami; wykonuje w terminie sprawozdanie z przeprowadzonych obliczeń; sprawozdanie ocenione zostało na minimum 3 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 51-60% punktów                |
| NA OCENĘ 3.5        | Sprawozdanie ocenione zostało na minimum 4 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 61-70% punktów  |
| NA OCENĘ 4.0        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 71-80% punktów  |
| NA OCENĘ 4.5        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 81-93% punktów  |
| NA OCENĘ 5.0        | Sprawozdanie ocenione zostało na 5 w skali 2 do 5 oraz z pytań kontrolnych z tego zakresu (w momencie oddania sprawozdania) student uzyskał 93-100% punktów   |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W11,<br>K_W12,<br>K_U03, K_U04   | Cel 1           | K1 K2 W1 W2       | N2                    | P2            |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK2               | K_W11,<br>K_W12,<br>K_U03, K_U04   | Cel 1           | K1 K2 W1 W2       | N1 N2 N3 N4           | F1 P1         |
| EK3               | K_W11,<br>K_W12,<br>K_U03, K_U04   | Cel 2           | K3 K4 K5 W3       | N2                    | P2            |
| EK4               | K_W11,<br>K_W12,<br>K_U03, K_U04   | Cel 2           | K3 K4 K5 W3       | N1 N2 N3 N4           | F1 P1         |
| EK5               | K_W11,<br>K_W12,<br>K_U03, K_U04   | Cel 3           | K3 K4 K5 W3<br>W4 | N2                    | P2            |
| EK6               | K_W11,<br>K_W12,<br>K_U03, K_U04   | Cel 3           | K3 K4 K5 W3<br>W4 | N1 N2 N3 N4           | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] A. Truty, Th. Zimmermann, K. Podleś. — *Z\_SOIL manual*, Lausanne, 2011, Elmepress

### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] Treści wykładów multimedialnych dostarczonych przez prowadzącego w formacie pdf

[2 ] Raporty w języku angielskim dostarczone studentom przez prowadzącego

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Andrzej Truty (kontakt: [andrzej.truty@gmail.com](mailto:andrzej.truty@gmail.com))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. inż Andrzej Truty (kontakt: [andrzej.truty@gmail.com](mailto:andrzej.truty@gmail.com))

2 dr hab.inż Aleksander Urbański (kontakt: [aurbansk@pk.edu.pl](mailto:aurbansk@pk.edu.pl))

3 dr inż. Michał Grodecki (kontakt: [mgrode@pk.edu.pl](mailto:mgrode@pk.edu.pl))





4 dr inż. Krzysztof Podleś (kontakt: k\_p@bci.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....  
.....