

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 2

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria wodna i geotechnika sem.zimowy 2018

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                       |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Mechanika gruntów     |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Soil mechanics        |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚ IŚ oIS C5 18/19   |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 6.00                  |
| SEMESTRY                                | 4                     |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 4       | 30     | 15        | 30           | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Wprowadzenie pojęć związanych z opisem gruntu, jego fizycznymi i fizyko-chemicznymi właściwościami, stanami i rodzajami wód gruntowych. Zapoznanie studentów z zastosowaniem metod teorii sprężystości i plastyczności w mechanice gruntów.

**Cel 2** Nabycie umiejętności wykonywania badań charakterystyki materiałowej i jej zależności od historii obciążenia oraz wyznaczenie parametrów geotechnicznych gruntów.

**Cel 3** Nabycie przez studentów umiejętności wykorzystania metod teorii sprężystości i plastyczności do analizy stanów naprężeń o odkształceń w gruncie, w tym: obliczania osiadań, nośności podłoża, stateczności skarp i parcia gruntu na konstrukcje oporowe. Zapoznanie studentów z modelem konsolidacji, umożliwiającym wyznaczenie osiadań gruntu (i budowli) w czasie oraz naprężeń efektywnych i ciśnień porowych.

**Cel 4** Nabycie umiejętności we współpracy zespołowej w zakresie formułowania i wyboru metod rozwiązania zadań mechaniki gruntów.

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

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student posiada wiedzę o gruntach obejmującą: ich budowę, rodzaje, właściwości fizyczne i mechaniczne, fizykochemiczne, zasady wykonywania badań właściwości fizycznych i mechanicznych (stany gruntów, ścisłość, wytrzymałość na ścinanie wraz z interpretacją wyników) oraz wyznaczanie wartości modułów ścisłości, kąta tarcia wewnętrznego i kohezji oraz metody rozwiązywania problemów związanych z : obliczaniem osiadań gruntu, nośnością podłoża, statecznością skarp i parciem gruntu na konstrukcję.

**EK2 Umiejętności** Student zna zasady i potrafi przeprowadzić badania mechanicznych właściwości gruntu: charakterystyk materiałowych w aparacie trójosiowego ściskania, ścisłości w edometrze oraz wytrzymałości w aparacie bezpośredniego ścinania. Umie dokonać interpretacji wyników i wyznaczyć wartości: modułów ścisłości, kąta tarcia wewnętrznego i kohezji

**EK3 Umiejętności** Student potrafi obliczać naprężenia w gruncie, przedstawiać ich graficzną postać na wykresach oraz narysować ścieżkę naprężenia opisującą historię zmian stanów naprężenia. Student potrafi sformułować i rozwiązać zadania stanów równowagi granicznej ośrodka gruntowego, w tym: nośności podłoża, określenia bezpiecznej geometrii skarpy gruntowej (wysokość oraz kąt nachylenia), wyznaczenia parcia gruntu na konstrukcję oporową. Student posiada znajomość modelu konsolidacji, umie wyznaczyć osiadania gruntu w czasie oraz naprężenia efektywne i ciśnienie porowe.

**EK4 Kompetencje społeczne** Student umie współpracować w grupie przy rozwiązywaniu zadań z geotechniki.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                          | LICZBA<br>GODZIN |
| L1           | Omówienie klasyfikacji gruntów wg PN-EN ISO 14688. Omówienie metod badania składu granulometrycznego wg PKN-CEN ISO/TS 17892-4. Wykonanie badań składu granulometrycznego oraz ich interpretacja                                                                                                                | 6                |
| L2           | Omówienie właściwości fizycznych gruntów spoistych i niespoistych. Badania Właściwości fizycznych gruntów spoistych (wilgotność naturalna, gęstość objętościowa, oznaczenie konsystencji). Badania właściwości fizycznych gruntów niespoistych (oznaczenie stanu gruntów niespoistych, wilgotności optymalnej). | 6                |
| L3           | Rozwiązywania zadań rachunkowych z zakresu wyznaczania parametrów fizycznych gruntów z wykorzystaniem wyników z badań laboratoryjnych.                                                                                                                                                                          | 2                |
| L4           | Omówienie metod badania oraz analiza wzorów empirycznych wyznaczania współczynnika filtracji.                                                                                                                                                                                                                   | 2                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                              |                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L5</b>    | Rozwiązywanie zadań rachunkowych z uwzględnieniem statycznego i dynamicznego działania wody na szkielet gruntowy.            | 2                |
| <b>L6</b>    | Omówienie właściwości deformacyjnych gruntów. Badanie ściśliwości gruntu w edometrze wg PKN-CEN ISO/TS 17892-5               | 4                |
| <b>L7</b>    | Omówienie właściwości wytrzymałościowych gruntów. Badanie wytrzymałości na ścinanie w aparacie AB wg PKN-CEN ISO/TS 17892-10 | 4                |
| <b>L8</b>    | Badanie wytrzymałości na ścinanie w aparacie AT wg PKN-CEN ISO/TS 17892-8                                                    | 2                |
| <b>L9</b>    | Rozwiązywanie zadań rachunkowych dotyczących właściwości mechanicznych gruntów z wykorzystaniem wyników laboratoryjnych.     | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                                                                                                   |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                            | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Przypomnienie i dyskusja podstawowych praw mechaniki (ujęcie ilościowe): prawo grawitacji, prawa Newtona, prawo tarcia, prawo Archimedesesa.                                                                      | 1                |
| <b>C2</b> | Zadania z tematyki: wzajemne zależności pomiędzy podstawowymi parametrami opisującymi fizyczne właściwości ośrodka gruntowego. Odkształcenie struktury ziarnistej.                                                | 3                |
| <b>C3</b> | Zadania z tematyki: interpretacja stanów naprężeń na kole Mohra. Wyznaczanie naprężeń i odkształceń z wykorzystaniem pól właściwości tensorowych.                                                                 | 2                |
| <b>C4</b> | Zadania z tematyki: naprężenia w gruncie (całkowite i efektywne) wywołane siłami masowymi: naprężenia własne (naprężenia in situ) z uwzględnieniem siły wyporu i naprężenia hydrodynamiczne - ciśnienie spływowe. | 3                |
| <b>C5</b> | Rysowanie ścieżek naprężeń dla zadanej historii obciążenia.                                                                                                                                                       | 2                |
| <b>C6</b> | Obliczanie osiadań gruntu na podstawie teorii sprężystości.                                                                                                                                                       | 2                |
| <b>C7</b> | Obliczanie nośności granicznej i wysokości granicznej skarp z wykorzystaniem twierdzeń teorii plastyczności.                                                                                                      | 2                |

| WYKŁAD |                                                        |                  |
|--------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| WYKŁAD     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b>  | Wprowadzenie. Zakres mechaniki gruntów. Pojęcie gruntu (procesy gruntotwórcze). Rozdrobnienie i nieciągłość jako uogólnione cechy wynikające z tworzenia się gruntów. Uziarnienie: frakcje i skład granulometryczny.                                                                                                                                                                                                                                                  | 1                |
| <b>W2</b>  | Struktury gruntów. Zjawiska fizykochemiczne. Woda w gruncie. Pęcznienie gruntów. Stany gruntów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2                |
| <b>W3</b>  | Budowa gruntu. Model fenomenologiczny porowatego ośrodka gruntowego w ramach mechaniki continuum. Podstawowe właściwości fizyczne gruntów. Opis stanów naprężenia i odkształcenia w gruncie. Tensory naprężeń i odkształceń. Naprężenia efektywne i całkowite. Postulat Terzagiego. Koło Mohra.                                                                                                                                                                       | 4                |
| <b>W4</b>  | Mechaniczne właściwości gruntów. Badania w aparacie trójosiowego ściskania dla różnych warunków odpływu cieczy. Charakterystyki materiałowe gruntu. Wpływ historii obciążenia na charakterystyki materiałowe. Ciśnienie prekonsolidacji. Analiza i interpretacja związku naprężenia-odkształcenie. Ścieżki naprężeń dla naprężeń całkowitych i efektywnych dla różnych badań gruntów.                                                                                 | 4                |
| <b>W5</b>  | Zastosowanie modelu sprężystości w mechanice gruntów. Ścisłość. Badanie edometryczne. Moduł ścisłości gruntu. Współczynnik parcia (rozporu) geostatycznego. Zależność stałych sprężystości i parametrów ścisłości.                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                |
| <b>W6</b>  | Zastosowanie teorii sprężystości w mechanice gruntów. Bezpośrednie ścinanie gruntu w aparacie skrzynkowym AB. Wytrzymałość gruntu na ścinanie. Hipoteza Coulomba - Mohra i parametry wytrzymałościowe gruntu. Zależność wyników badań od warunków początkowych: dylatacja i kotraktacja. Hipoteza (prawo) Coulomba - Mohra w układzie naprężeń głównych i jego dyskusja. Ilustracja warunku C-M na płaszczyźnie naprężeń głównych obszary sprężyste i uplastycznione. | 4                |
| <b>W7</b>  | Równania i zagadnienia brzegowe mechaniki gruntów dla modelu sprężystego. Rozwiązania zadań: Bousinesq, Flamanta, dla obciążenia pasmowego, sztywnego fundamentu. Konstrukcja rozwiązań z wykorzystaniem zasady superpozycji.                                                                                                                                                                                                                                         | 2                |
| <b>W8</b>  | Równania i zagadnienia brzegowe teorii plastycznego płynięcia. Statycznie dopuszczalne stany naprężeń. Twierdzenia teorii nośności granicznej o dolnej i górnej ocenie obciążenia granicznego.                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                |
| <b>W9</b>  | Rozwiązania szczegółowe zadań mechaniki gruntów: naprężenia krytyczne i graniczne. Nośność podłoża gruntowego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2                |
| <b>W10</b> | Rozwiązanie szczegółowych zadań mechaniki gruntów: stateczność skarp i zboczy. Metody równowagi granicznej i stanów granicznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                |
| <b>W11</b> | Rozwiązanie szczegółowych zadań mechaniki gruntów: parcie gruntu na konstrukcje oporowe (parcie czynne i parcie bierne).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                |
| <b>W12</b> | Odkształcenia gruntu w czasie. Model konsolidacji: równania i zagadnienia brzegowe. Rozwiązanie zadania jednoosiowego stanu odkształcenia. Interpretacja fizyczna parametrów modelu i metoda ich wyznaczania.                                                                                                                                                                                                                                                         | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

N4 Ćwiczenia laboratoryjne

N5 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                          | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                              |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                        | 75                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                             | 30                                                      |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta</b>  | 75                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b> | <b>180</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                             | 6                                                       |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium

F3 Odpowiedź ustna

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Do egzaminu mogą przystąpić studenci którzy uzyskali zaliczenie z ćwiczeń laboratoryjnych i audytoryjnych

W2 Egzamin składa się z zadań rachunkowych i opisowych

W3 Ocena końcowa jest średnią ważoną z ocen P1 i P2 zgodnie z obowiązującym regulaminem studiów

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiada wiedzę o budowie gruntów, ich właściwościach fizycznych i fizyko-mechanicznych, zasadach wykonywania badań (ściśliwości i wytrzymałości na ścinanie) oraz obliczaniu: osiadań, nośności, parcia gruntu na konstrukcje i stateczności skarp, w stopniu dostatecznym.         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student posiada wiedzę o budowie gruntów, ich właściwościach fizycznych i fizyko-mechanicznych, zasadach wykonywania badań (ściśliwości i wytrzymałości na ścinanie) oraz obliczaniu: osiadań, nośności, parcia gruntu na konstrukcje i stateczności skarp, w stopniu dobrym.               |
| NA OCENĘ 5.0        | Student posiada wiedzę o budowie gruntów, ich właściwościach fizycznych i fizyko-mechanicznych, zasadach wykonywania badań (ściśliwości i wytrzymałości na ścinanie) oraz obliczaniu: osiadań, nośności, parcia gruntu na konstrukcje i stateczności skarp, w stopniu bardzo dobrym.        |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student umie przeprowadzić i zinterpretować badania: mechanicznych właściwości gruntu (charakterystyk materiałowych, ściśliwości i wytrzymałości na ścinanie), z wyznaczeniem modułów ściśliwości, kąta tarcia wewnętrznego i kohezji, w stopniu dostatecznym.                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Student umie przeprowadzić i zinterpretować badania: mechanicznych właściwości gruntu (charakterystyk materiałowych, ściśliwości i wytrzymałości na ścinanie), z wyznaczeniem modułów ściśliwości, kąta tarcia wewnętrznego i kohezji, w stopniu dobrym.                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Student umie przeprowadzić i zinterpretować badania: mechanicznych właściwości gruntu (charakterystyk materiałowych, ściśliwości i wytrzymałości na ścinanie), z wyznaczeniem modułów ściśliwości, kąta tarcia wewnętrznego i kohezji, w stopniu bardzo dobrym.                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi rozwiązywać zadania obliczeniowe z mechaniki gruntów: wyznaczania stanów i ścieżek naprężeń (całkowitych i efektywnych), obliczania nośności podłoża i parcia gruntu na konstrukcje, analizy stateczności masywu gruntowego i wyznaczaniu osiadań, w stopniu dostatecznym.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi rozwiązywać zadania obliczeniowe z mechaniki gruntów: wyznaczania stanów i ścieżek naprężeń (całkowitych i efektywnych), obliczania nośności podłoża i parcia gruntu na konstrukcje, analizy stateczności masywu gruntowego i wyznaczaniu osiadań, w stopniu dobrym.        |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi rozwiązywać zadania obliczeniowe z mechaniki gruntów: wyznaczania stanów i ścieżek naprężeń (całkowitych i efektywnych), obliczania nośności podłoża i parcia gruntu na konstrukcje, analizy stateczności masywu gruntowego i wyznaczaniu osiadań, w stopniu bardzo dobrym. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 3.0        | Student umie współpracować w grupie przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań mechaniki gruntów, w stopniu dostatecznym.                                                                                                                                                                      |

|              |                                                                                                                         |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0 | Student umie współpracować w grupie przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań mechaniki gruntów, w stopniu dobrym.        |
| NA OCENĘ 5.0 | Student umie współpracować w grupie przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań mechaniki gruntów, w stopniu bardzo dobrym. |

## 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                                                                          | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5<br>L6 L7 L8 W1<br>W2   | N1 N2 N5              | P1 P2         |
| EK2               | K_W11                                                                          | Cel 2           | L6 L7 L8 W3<br>W4                     | N3 N4 N5              | F1 F2 F3      |
| EK3               | HG_U05                                                                         | Cel 3           | L5 L7 L8 W3<br>W4 W6 W8 W9<br>W10 W11 | N3 N4 N5              | F1 F2 F3      |
| EK4               | HG_U05                                                                         | Cel 4           | W12                                   | N3 N4 N5              | F1 F2 F3      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | T. Jeske, T. Przedecki, B. Rosiński — *Mechanika gruntów*, Warszawa-Wrocław, 1966, PWN
- [2] | T.W. Lambe, R.V. Whitman — *Mechanika gruntów*, Warszawa, 1977, Arkady
- [3] | I. Kisiel — *Mechanika gruntów i skał*, Warszawa, 1982, PWN
- [4] | Z. Wiłun — *Zarys geotechniki*, Warszawa, 2000, WKiŁ
- [5] | PKN — *PKN-CEN ISO/TES 17892 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów 1-12*, Warszawa, 2009, PKN
- [6] | PKN — *PN-EN 1997-2. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne.*, Warszawa, 2009, PKN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | J.P. Burdet — *Experimental Soil Mechanics.*, New Jersey, 1997, Prentice Hall
- [2] | R. Lancellotta — *Geotechnical Engineering*, USA&amo; Canada, 2009, Taylor& Francis Group

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Grażyna Gaszyńska-Freiwald (kontakt: gfreiw@usk.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Grażyna Gaszyńska - Freiwald (kontakt: gfreiw@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

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

.....