

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

| | |
|--|---|
| Nazwa w języku polskim: | Reologia |
| Nazwa w języku angielskim: | Rheology |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | budownictwo |
| Specjalność (jeśli dotyczy): | Teoria Konstrukcji |
| Stopień studiów i forma: | I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna* |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany* |
| Kod przedmiotu: | GHB002622 |
| Grupa kursów: | TAK / NIE* |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | 15 | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | 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 | 1 | 2 | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 0,7 | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1,0 | 0,7 | | | |

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Zna podstawy mechaniki budowli, wytrzymałości materiałów oraz teorii sprężystości.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z podstawami teorii lepkosprężystości, plastyczności oraz lepkoplastyczności w odniesieniu do mechaniki budowli i geomateriałów
- C2. Zapoznanie studentów z narzędziami matematycznymi stosowanymi do rozwiązywania zagadnień reologii.
- C3. Wykształcenie umiejętności rozwiązywania prostych zagadnień lepkosprężystości w sposób analityczny.
- C4. Wykształcenie umiejętności uwzględnienia efektów reologicznych w obliczeniach złożonych konstrukcji.
- C5. Ugruntowanie świadomości odpowiedzialności związanej z wykonywaniem zawodu inżyniera

budownictwa, w szczególności świadomości stosowania założeń upraszczających w obliczeniach konstrukcji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 Zna stosowane w praktyce modele płynięcia materiałów, tj. zna podstawy teorii lepkosprężystości, plastyczności i lepkoplastyczności.
- PEK_W02 Zna narzędzia matematyczne stosowane przy rozwiązywaniu typowych zagadnień reologii.
- PEK_W03 Zna metody uwzględniania efektów reologicznych w obliczeniach złożonych konstrukcji budowlanych.

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 Dla podstawowych typów materiałów reologicznych potrafi przeprowadzić w sposób analityczny testy pełzania oraz relaksacji, a także potrafi budować złożone modele lepkosprężyste.
- PEK_U02 Potrafi użyć narzędzi matematycznych: transformaty Laplace'a, operatora Mikusińskiego do rozwiązywania prostych zadań z reologii.
- PEK_U02 Potrafi uwzględnić efekty reologiczne w obliczeniach konstrukcji prętowych i tarczowych poprzez zastosowanie uogólnionej analogii Alfreya.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 Jest świadomy odpowiedzialności społecznej związanej z wykonywaniem zawodu inżyniera budownictwa
- PEK_K02 Ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki, w szczególności prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z obliczeniami dotyczącymi skomplikowanych typów konstrukcji

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie. Notacja: absolutna tensorowa oraz sumacyjna. | 2 |
| Wy2 | Mikrostrukturalne przyczyny makroskopowych efektów reologicznych: konsolidacja dwufazowego ośrodka sprężystego. | 2 |
| Wy3 | Mikrostrukturalne przyczyny makroskopowych efektów reologicznych: ciśnieniowe rozpuszczanie kontaktów międzyziarnowych. | 2 |
| Wy4 | Materiały proste. Struktura związków konstytutywnych. | 2 |
| Wy5 | Termodynamika materiałów prostych. Zmienna ukryta. Potencjał dyssypacji. Nierówność Clausiusa-Duhema. | 2 |
| Wy6 | Lepkosprężystość: ciało Kelvina, ciało Maxwella, ... | 2 |
| Wy7 | Transformacja Laplace'a. Struktura związków lepkosprężystości w przestrzeni transformat. Złożone modele lepkosprężystości | 2 |
| Wy8 | Uogólniona analogia Alfrey'a. Odwrotna transformacja Laplace'a, operator Mikusińskiego. | 2 |
| Wy9 | Rozwiązywanie zagadnień brzegowych lepko-sprężystości. | 2 |
| Wy10 | Matematyczna teoria plastyczności: funkcja plastyczności, prawo plastycznego płynięcia. | 2 |
| Wy11 | Przykłady funkcji plastyczności: Hubera-Misessa, Druckera-Pragera, Coulomba-Mohra. Stowarzyszone i niestowarzyszone prawo plastycznego płynięcia. Kąt dylatacji. | 2 |
| Wy12 | Metody całkowania numerycznego związków sprężysto-plastyczności. | 2 |
| Wy13 | Wpływ prędkości obciążenia na wytrzymałość materiału. Wytrzymałość doraźna i długotrwała. | 2 |
| Wy14 | Podstawy teorii lepkoplastyczności. | 2 |

| | | |
|------|-----------------------------------|-----------|
| Wy15 | Podsumowanie wykładu i kolokwium. | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - ćwiczenia | | Liczba godzin |
|--------------------------------|--|----------------------|
| Ćw1 | Wprowadzenie. Omówienie programu zajęć oraz zasad zaliczenia. | 1 |
| Ćw2 | Podstawowe operacje na wektorach i tensorach. Rozwiązywanie zadań dotyczących zapisu wskaźnikowego. | 2 |
| Ćw3 | Przedstawienie różnych notacji równań teorii sprężystości interpretacja fizyczna stałych sprężystości. Rozwiązywanie zadań. | 2 |
| Ćw4 | Proste modele reologiczne. Ciało Kelvina, modele reologiczne Maxwella i Voigta. Testy pełzania oraz relaksacji. Rozwiązywanie zadań. | 2 |
| Ćw5 | Struktura związków lepko-sprężystości w przestrzeni transformat. Konstrukcja złożonych modeli lepko-sprężystości. | 2 |
| Ćw6 | Rozwiązywanie prostych zagadnień brzegowych lepko-sprężystości z wykorzystaniem odwrotnej transformacji Laplace'a oraz operatora Mikusińskiego | 2 |
| Ćw7 | Uogólniona analogia Alfrey'a. Rozwiązywanie zagadnień brzegowych lepko-sprężystości dla konstrukcji prętowych oraz tarczowych. | 2 |
| Ćw8 | Podsumowanie ćwiczeń. Kolokwium. | 2 |
| | Suma godzin | 15 |

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

| Forma zajęć - projekt | | Liczba godzin |
|------------------------------|--------------------|----------------------|
| Pr1 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

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

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | |
|--|---|
| N1. | Wykład: prezentacja treści wykładu przy tablicy oraz z wykorzystaniem multimediiów. Prezentacja rozwiązań zagadnień brzegowych z zastosowaniem programów komputerowych. |
| N2. | Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań przy tablicy, dyskusja wyników, rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem oprogramowania. |

| 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 (ćwiczenia) | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | lista zadań do rozwiązania w domu |
| F2 (ćwiczenia) | PEK_U01, PEK_U02, | kolokwium zaliczeniowe |

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------|
| | PEK_U03 | |
| P = 0,2xF1+0,6xF2+0,2xOBECNOŚĆ (ćwiczenia) | | |
| F1 (wykład) | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 | kolokwium zaliczeniowe |
| P = 0,8xF1+0,2xOBECNOŚĆ (wykład) | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA | |
|---|--|
| <u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> | |
| [1] Fung Y.C., Podstawy mechaniki ciała stałego, PWN, 1969 | |
| [2] Rymarz Cz., Mechanika ośrodków ciągłych, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 1993 | |
| <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> | |
| [1] Lemaitre J. Chaboche J.L, Mechanics of solid materials, Cambridge University Press 1990 | |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL) |
|---|
| dr. hab. inż. Dariusz Łydzba, prof. PWR; Katedra Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego, Dariusz.Lydzba@pwr.edu.pl |
| CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL) |
| Katedra Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego: dr inż. Irena Bagińska, Irena.Baginska@pwr.edu.pl dr inż. Andrzej Batog, Andrzej.Batog@pwr.edu.pl dr inż. Janusz Kaczmarek, Janusz.Kaczmarek@pwr.edu.pl dr inż. Marek Kawa, Marek.Kawa@pwr.edu.pl dr Joanna Stróżyk, Joanna.Strozyk@pwr.edu.pl dr inż. Adrian Różański, Adrian.Rozanski@pwr.edu.pl mgr inż. Matylda Tankiewicz, Matylda.Tankiewicz@pwr.edu.pl mgr inż. Maciej Sobótka, Maciej.Sobotka@pwr.edu.pl mgr inż. Damian Stefaniuk, Damian.Stefaniuk@pwr.edu.pl mgr inż. Magdalena Rajczakowska, Magdalena.Rajczakowska@pwr.edu.pl |

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Reologia
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *budownictwo*
I SPECJALNOŚCI **Teoria Konstrukcji**

| 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_W02, K2_W05, K2S_TKO_W19 | C1 | Wy2 do Wy14 | N1 |
| PEK_W02 | K2_W05, K2S_TKO_W18 | C2 | Wy1 do Wy14 | N1 |
| PEK_W03 | K2_W02, K2_W05, K2S_TKO_W18, K2S_TKO_W19 | C1, C2 | Wy1 do Wy14 | N1 |
| Umiejętności | | | | |
| PEK_U01 | K2S_TKO_U20, K2S_TKO_U21 | C3 | Ćw2 do Ćw7 | N2 |
| PEK_U02 | K2S_TKO_U20, K2S_TKO_U21 | C4 | Ćw2 do Ćw7 | N2 |
| PEK_U02 | K2S_TKO_U20, K2S_TKO_U21, K2S_TKO_U23 | C3, C4 | Ćw4 do Ćw7 | N2 |
| Kompetencje społeczne | | | | |
| PEK_K01 | K2_K06 | C5 | Wy1 do Wy15 | N1, N2 |
| PEK_K02 | K2_K04 | C5 | Ćw1 do Ćw8 | N1, N2 |

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej