

**WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO****KARTA PRZEDMIOTU**

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

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>30</b>	<b>15</b>			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	<b>30</b>	<b>60</b>			
Forma zaliczenia	<del>Egzamin</del> / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / 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	<b>1</b>	<b>2</b>			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		<b>0,7</b>			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>1,0</b>	<b>0,7</b>			

\*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
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
...		
	<b>Suma godzin</b>	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
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.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (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	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1] Fung Y.C., Podstawy mechaniki ciała stałego, PWN, 1969	
[2] Rymarz Cz., Mechanika ośrodków ciągłych, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 1993	
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[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***
<b>Wiedza</b>				
<b>PEK_W01</b>	K2_W02, K2_W05, K2S_TKO_W19	C1	Wy2 do Wy14	N1
<b>PEK_W02</b>	K2_W05, K2S_TKO_W18	C2	Wy1 do Wy14	N1
<b>PEK_W03</b>	K2_W02, K2_W05, K2S_TKO_W18, K2S_TKO_W19	C1, C2	Wy1 do Wy14	N1
<b>Umiejętności</b>				
<b>PEK_U01</b>	K2S_TKO_U20, K2S_TKO_U21	C3	Ćw2 do Ćw7	N2
<b>PEK_U02</b>	K2S_TKO_U20, K2S_TKO_U21	C4	Ćw2 do Ćw7	N2
<b>PEK_U02</b>	K2S_TKO_U20, K2S_TKO_U21, K2S_TKO_U23	C3, C4	Ćw4 do Ćw7	N2
<b>Kompetencje społeczne</b>				
<b>PEK_K01</b>	K2_K06	C5	Wy1 do Wy15	N1, N2
<b>PEK_K02</b>	K2_K04	C5	Ćw1 do Ćw8	N1, N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej