

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

<b>Nazwa w języku angielskim:</b>	<b>Effective properties of composites – introduction to micro-mechanics</b>
<b>Nazwa w języku polskim:</b>	<b>Właściwości efektywne kompozytów – wprowadzenie do mikromodelowania</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>budownictwo</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Civil engineering</b>
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>I / II stopień*, stacjonarna / <del>niestacjonarna</del>*</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b><del>obowiązkowy</del> / wybieralny / <del>ogólnouczelniany</del> *</b>
<b>Kod przedmiotu:</b>	<b>CEB006863</b>
<b>Grupa kursów:</b>	<b><del>TAK</del> / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</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*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	<del>Egzamin</del> / 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>2,0</b>		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>0,6</b>		<b>0,6</b>		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

1. Ma wiedzę z zakresu mechaniki ośrodka ciągłego.
2. Ma wiedzę z zakresu wytrzymałości materiałów.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zdobywanie podstawowej wiedzy oraz umiejętności z zakresu modelowania wielkoskalowego.
- C2. Wykształcenie umiejętności z zakresu analizy ośrodków kompozytowych.
- C3. Pogłębienie wiedzy z zakresu mechaniki ośrodka ciągłego oraz wytrzymałości materiałów.
- C4. Ugruntowanie umiejętności pracy nad powierzonym zadaniem oraz świadomości konieczności poszukiwania nowych rozwiązań teoretycznych i praktycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
PEK_W01	Ma wiedzę z zakresu modelowania wieloskalowego.
PEK_W02	Ma wiedzę z zakresu analizy teoretycznej ośrodków kompozytowych.
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
PEK_U01	Wykształcenie umiejętności formułowania i rozwiązywania złożonych zagadnień dotyczących modelowania wieloskalowego.
PEK_U02	Wykształcenie umiejętności szacowania oraz określania właściwości efektywnych ośrodków kompozytów.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
PEK_K01	Potrafi pracować nad realizacją zadania samodzielnie (samodzielne sporządzenie sprawozdania).
PEK_K02	Ma świadomość konieczności poszerzania wiedzy w zakresie modelowania wieloskalowego ośrodków kompozytowych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Informacje wstępne. Wprowadzenie do modelowania „mikro – makro”.	2
Wy2	Ciągła mikromechanika. Metody objętościowego i wagowego uśredniania.	2
Wy3	Analityczne metody szacowania własności efektywnych – zagadnienie pojedynczego wtrącenia dla problemów dyfuzji i przepływu ciepła.	2
Wy4	Metody: Maxwella, Mori – Tanaki oraz samouzgodnionego pola dla zagadnień dyfuzji i przepływu ciepła.	2
Wy5	Analityczne metody szacowania własności efektywnych – zagadnienie pojedynczego wtrącenia dla liniowej teorii sprężystości.	2
Wy6	Metody Mori – Tanaki, Kuster – Toksoza, samouzgodnionego pola – zagadnienie liniowej teorii sprężystości.	2
Wy7	Wykorzystanie cyfrowych obrazów mikrostruktur do określania parametrów efektywnych.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
...		
<b>Suma godzin</b>		

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie: Przeszkolenie BHP. Omówienie tematyki przedmiotu oraz przedstawienie zasad zaliczania. Omówienie podstawowych funkcji programu FlexPDE. Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych.	2
La2	Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych dotyczących określania parametrów efektywnych struktur periodycznych – zagadnienia transportu oraz liniowej sprężystości.	2
La3	Indywidualna praca studentów.	2
La4	Indywidualna praca studentów. Wykonanie sprawozdania z La3 i La4.	2
La5	Wprowadzenie do numerycznego szacowania parametrów efektywnych. Metody Mori Tanaki oraz samouzgodnionego pola dla problemów transportu oraz liniowej sprężystości.	2
La6	Indywidualna praca studentów.	2
La7	Indywidualna praca studentów. Wykonanie sprawozdania z La6 i La7.	2
La8	Podsumowanie. Końcowa weryfikacja sprawozdań. Zaliczanie.	1

	<b>Suma godzin</b>	<b>15</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: prezentacje multimedialne, prezentacja słowna.
N2.	Laboratorium: rozwiązywanie przykładów obliczeniowych, prezentacje multimedialne.

<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 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Sprawozdanie
F2 (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	Sprawozdanie
<b>P = 0,4xF1+0,4xF2+0,2xOBECNOŚĆ (laboratorium)</b>		
F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_K02	Kolokwium
<b>P = 0,9xF1+0,1xOBECNOŚĆ (wykład)</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1] Milton G. W.: The Theory of Composites, Cambridge Univ. Press, 2002.	
[2] Torquato S.: Random heterogeneous materials, Springer, 2000.	
[3] Hornung U.: Homogenization and porous media, Springer, 1997.	
[4] Łydźba D.: Effective properties of composites, Wrocław, 2011.	
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1] Cherkasov A.: Variational methods for structural optimization, Springer, 2000.	

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)</b>
dr. hab. inż. Dariusz Łydźba, prof. PWR; Katedra Geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego, Dariusz.Lydzba@pwr.edu.pl
<b>CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
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 Róžański, 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  
**Effective properties of composites – introduction to micro-mechanics**  
 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***
<b>Wiedza</b>				
<b>PEK_W01</b>	K2_W02, K2S_CEB_W22	C1, C3, C4	Wy1 do Wy7	N1
<b>PEK_W02</b>	K2_W05, K2S_CEB_W22	C1, C3, C4	Wy1 do Wy7	N1
<b>Umiejętności</b>				
<b>PEK_U01</b>	K2_U16, K2S_CEB_U23	C1, C2	La1 do La7	N2
<b>PEK_U02</b>	K2_U16, K2S_CEB_U23	C1, C2	La1 do La7	N2
<b>Kompetencje społeczne</b>				
<b>PEK_K01</b>	K2_K03	C4	La3, La4, La6, La7	N2
<b>PEK_K02</b>	K2_K01	C4	Wy1 do Wy7	N1

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

\*\*\* - z tabeli powyżej