

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

Nazwa w języku angielskim:	Computational mechanics
Nazwa w języku polskim:	Metody komputerowe
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>budownictwo</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	Civil Engineering
Stopień studiów i forma:	I/ II stopień*, stacjonarna / <del>niestacjonarna*</del>
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / <del>ogólnouczelniany*</del>
Kod przedmiotu:	CEB005362
Grupa kursów:	<del>TAK</del> / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	<b>15</b>		<b>30</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>2</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>0,5</b>		<b>1,1</b>		

\*niepotrzebne skreślić

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

1. Ma rozszerzoną wiedzę z algebry liniowej i analizy matematycznej, która jest podstawą przedmiotów z zakresu mechaniki budowli.
2. Ma wiedzę z zakresu mechaniki ogólnej, wytrzymałości materiałów i teorii sprężystości.
3. Ma podstawową wiedzę z zakresu metod obliczeniowych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zapoznanie z energetycznymi funkcjonalami teorii sprężystości, będącymi podstawą formułowania metod komputerowych (MES).
- C2. Przypomnienie algorytmu MES dla zagadnienia płaskiego i jego implementacja dla płyty cienkiej.
- C3. Zapoznanie z podstawowymi elementami skończonymi stosowanymi w analizie płyt i powłok.
- C4. Zapoznanie z zastosowaniem MES w zagadnieniach geometrycznie nieliniowych i zadaniach dynamiki.
- C5. Rozszerzenie metody różnic skończonych na analizę zagadnienia płyty.

C6. Zapoznanie z podstawami metody elementów brzegowych.
C7. Wykształcenie umiejętności interpretacji i weryfikacji wyników oraz oszacowania błędów metod komputerowych teorii sprężystości.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
PEK_W01	Zna podstawy teoretyczne tworzenia algorytmów komputerowych wspomagających analizę złożonych konstrukcji budowlanych.
PEK_W02	Zna zasady modelowania płyt, powłok i złożonych konstrukcji budowlanych MES.
PEK_W03	Zna algorytm metody różnic skończonych w zastosowaniu do płyt.
PEK_W04	Zna podstawy teoretyczne metody elementów brzegowych
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
PEK_U01	Poprawnie definiuje modele obliczeniowe płyt powłok i złożonych konstrukcji prętowo - powierzchniowych MES.
PEK_U02	Korzysta z programów komputerowych wspomagających modelowanie i analizę konstrukcji w budownictwie.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
PEK_K01	Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i poprawność ich interpretacji.
PEK_K02	Ma świadomość konieczności poszerzania wiedzy w zakresie współczesnych technik i programów do analizy konstrukcji budowlanych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Klasyfikacja metod komputerowych.	1
Wy2	Wariacyjne sformułowanie liniowej teorii sprężystości. Podstawy rachunku wariacyjnego. Funkcjonały energetyczne w teorii sprężystości: Lagrange'a, Reissnera, Hu-Washizu.	2
Wy3	Funkcjonał Lagrange'a w zagadnieniu zginania płyt cienkich – algorytm MES.	2
Wy4	Elementy skończone stosowane w płytach cienkich. Prostokątny element niedostosowany. Prostokątny element dostosowany.	2
Wy5	Trójkątny element niedostosowany. Płaski trójkątny element powłokowy jako złożenie elementu tarczowego i płytowego.	2
Wy6	MES w zagadnieniach geometrycznie nieliniowych. Nieliniowe równanie równowagi. Zagadnienie stateczności początkowej.	2
Wy7	Algorytm metody elementów brzegowych na przykładzie zagadnienia tarczy.	2
Wy8	MES w analizie zagadnień dynamiki konstrukcji	2
<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 zasad zaliczania. Ustalenie harmonogramu zajęć. Ogólne wprowadzenie do stosowanego programu obliczeniowego.	2
La2	Przedstawienie programu obliczeniowego. Weryfikacja analitycznych rozwiązań przykładów z przedmiotu Theory of elasticity and plasticity – statyka i stateczność płyt.	2

La3	Przedstawienie programu obliczeniowego. Weryfikacja analitycznych rozwiązań przykładów z przedmiotu Theory of elasticity and plasticity – porównanie rozwiązań według teorii błonowej i momentowej.	2
La4	Samodzielna praca z programem – analiza płyty wzmocnionej żebrem – model geometryczny.	2
La5	Samodzielna praca c. d. – model dyskretny	2
La6	Samodzielna praca c. d. – rozwiązanie, prezentacja i dyskusja wyników	2
La7	Metoda różnic skończonych w zagadnieniu płyty cienkiej. Schematy różnicowe dla równań modelu fizycznego. Warunki brzegowe.	2
La8	Metoda różnic skończonych w zagadnieniu płyty cienkiej. Przykłady.	2
La9	Samodzielne rozwiązywanie przykładów metodą różnic skończonych.	2
La10	Zastosowanie programu obliczeniowego w zagadnieniach geometrycznie nieliniowych.	2
La11	MES w zagadnieniu płaskim. Agregacja globalnej macierzy sztywności i wektora globalnych równoważników węzłowych obciążeń. Wyznaczanie parametrów węzłowych. Wyznaczanie reakcji.	2
La12	Kolokwium cz. 1 – praca z programem komputerowym.	2
La13	Kolokwium cz. 2 – zadania rachunkowe. Metoda różnic skończonych	2
La14	Kolokwium zaliczające wykład.	2
La15	Poprawy kolokwiów zaliczających laboratorium i wykład.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

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

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład: tradycyjna forma wykładu.
N2.	Laboratorium: prezentacje multimedialne, definiowanie i rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem dedykowanych programów, dyskusja wyników, tradycyjna forma wykładu, rozwiązanie zadań ilustrujących wykład.
N3.	Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (laboratorium)	PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02.	samodzielna praca z programem obliczeniowym kolokwia
P (wykład)	PEK_W01, PEK_W02,	kolokwium zaliczeniowe

	PEK_U01, PEK_K01, PEK_K02.	
--	----------------------------------	--

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>	
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>	
[1]	O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, J. Z. Zhu, The Finite Element Method, Sixth Edition, McGraw-Hill 2005.
[2]	Bathe J-K., Finite Element Procedures, Part 1-2, Prentice Hall 1995.
[3]	Banerjee P. K., Butterfield R., Boundary element methods in engineering science, McGraw-Hill 1981.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>	
[1]	C. A. Brebbia, J. C. F. Telles, L. C. Wrobel, Boundary Elements Techniques, Springer-Verlag, Berlin 1984.
[2]	Washizu Kyuichiro, Variational methods in elasticity and plasticity, Pergamon Press, 1982.

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)</b>
Grzegorz Waśniewski, Zakład Wytrzymałości Materiałów, <a href="mailto:grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl">grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl</a>
<b>CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Kazimierz Myślecki, <a href="mailto:kazimierz.myslecki@pwr.edu.pl">kazimierz.myslecki@pwr.edu.pl</a> , Ryszard Kutylowski, <a href="mailto:ryszard.kutylowski@pwr.edu.pl">ryszard.kutylowski@pwr.edu.pl</a> , Roman Szmigielski, <a href="mailto:roman.szmigielski@pwr.edu.pl">roman.szmigielski@pwr.edu.pl</a> , Grzegorz Waśniewski, <a href="mailto:grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl">grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl</a> , Andrzej Helowicz, <a href="mailto:andrzej.helowicz@pwr.edu.pl">andrzej.helowicz@pwr.edu.pl</a> , Tomasz Kasprzak, <a href="mailto:tomasz.kasprzak@pwr.edu.pl">tomasz.kasprzak@pwr.edu.pl</a> , Jacek Oleńkiewicz, <a href="mailto:jacek.olenkiewicz@pwr.edu.pl">jacek.olenkiewicz@pwr.edu.pl</a> , Dawid Prokopowicz, <a href="mailto:dawid.prokopowicz@pwr.edu.pl">dawid.prokopowicz@pwr.edu.pl</a> , Marta Knawa-Hawryszków, <a href="mailto:marta.knawa@pwr.edu.pl">marta.knawa@pwr.edu.pl</a> .

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Computational 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_W01, K2_W02, K2_W03, K2_W09, K2S_CEB_W16	C1, C6	Wy2, Wy7	N1, N3
<b>PEK_W02</b>	K2_W03, K2_W05, K2_W09	C2, C3, C4	Wy3 ÷ Wy6, Wy8, La11	N1, N2, N3
<b>PEK_W03</b>	K2_W01, K2_W02, K2_W04, K2_W05, K2_U16	C5	La7 ÷ La9	N2, N3
<b>PEK_W04</b>	K2_W01, K2_W02, K2_W05	C6	Wy7	N1, N3
<b>Umiejętności</b>				
<b>PEK_U01</b>	K2_U02, K2_U04, K2_U07, K2_U08, K2S_CEB_U19	C2, C3, C4, C7	La1 ÷ La6, La10	N2, N3
<b>PEK_U02</b>	K2_U02, K2_U06, K2_U08, K2_U09, K2S_CEB_U19	C2, C3, C4, C7	La1 ÷ La6, La10	N2, N3
<b>Kompetencje społeczne</b>				
<b>PEK_K01</b>	K2_K04	C7	La2, La3, La6, La10	N2, N3
<b>PEK_K02</b>	K2_K01	C4, C6	Wy1, Wy6 ÷ Wy8, La10	N1, N2, N3

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

\*\*\* - z tabeli powyżej