

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	Komputerowe wspomaganie projektowania budowlanego
Nazwa w języku angielskim:	Computer aided structural design
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	budownictwo
Specjalność (jeśli dotyczy):	Inżynieria Budowlana
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu:	BDB010477
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	10		20		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	27		81		
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		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3,0		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,4		0,9		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Posiada umiejętność wykorzystywania technik informatycznych do wspomagania rozwiązywania zagadnień związanych z projektowaniem budowlanym.
2. Posiada umiejętność wykorzystania analizy matematycznej i algebry do definiowania i rozwiązywania zagadnień związanych z komputerowo wspomaganym projektowaniem budowlanym.
3. Potrafi określić i dokonać zestawienia obciążeń działających na elementy i obiekty budowlane.
4. Ma wiedzę z zakresu statyki, wytrzymałości materiałów i zasad ogólnego kształtowania konstrukcji budowlanych.
5. Zna normy oraz wytyczne i przepisy dotyczące projektowania obiektów budowlanych i ich elementów.
6. Ma podstawy teoretyczne i umiejętność wymiarowania i konstruowania elementów i podstawowych konstrukcji budowlanych betonowych, stalowych, drewnianych, murowych.

CELE PRZEDMIOTU	
C1.	Zapoznanie studentów z metodyką modelowania i projektowania konstrukcji budowlanych z wykorzystaniem programów komputerowych.
C2.	Zapoznanie studentów z założeniami teoretycznymi, algorytmami i procedurami funkcjonowania programów do projektowania budowlanego oraz interpretacji i weryfikacji wyników obliczeń.
C3.	Wykształcenie umiejętności stosowania i doboru oprogramowania stosowanego w praktyce projektowej do rozwiązywania podstawowych inżynierskich w zakresie podstawowych elementów i konstrukcji płaskich i przestrzennych.
C4.	Wykształcenie umiejętności samodzielnego modelowania, rozwiązywania oraz interpretacji i weryfikacji wyników obliczeń elementów i konstrukcji budowlanych przy użyciu programów obliczeniowych.
C5.	Ugruntowanie umiejętności współpracy w zespole projektowym oraz świadomości konieczności poszukiwania nowych rozwiązań teoretycznych i praktycznych w projektowaniu wspomaganym komputerowo.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
Z zakresu wiedzy:	
PEK_W01	Zna i rozumie zasady wspomaganego komputerowo modelowania (w tym tworzenia globalnej macierzy sztywności), obliczania i wymiarowania konstrukcji budowlanych oraz rozwiązywania zagadnień mechaniki i analizy konstrukcji prętowych (w zakresie analizy liniowej i nieliniowej), podstaw dynamiki i stateczności w sformułowaniu MES; zna podstawy projektowania konstrukcji optymalnych.
PEK_W02	Zna podstawy teoretyczne tworzenia algorytmów i działania wybranych programów komputerowych wspomagających obliczanie i projektowanie złożonych konstrukcji budowlanych, zarówno w zakresie projektowania tradycyjnego, jak i z wykorzystaniem metod optymalizacji.
Z zakresu umiejętności:	
PEK_U01	Poprawnie definiuje modele obliczeniowe konstrukcji i ich elementów, służące do analitycznej i komputerowej analizy konstrukcji.
PEK_U02	Korzysta z wybranych programów komputerowych wspomagających modelowanie konstrukcji w budownictwie; poprawnie analizuje i przygotowuje dane do obliczeń; poprawnie interpretuje i potrafi krytycznie ocenić wyniki analizy numerycznej konstrukcji budowlanych, także dla obliczeń w zakresie analizy nieliniowej oraz obciążeń krytycznych wraz z krytyczną analizą otrzymanych wyników.
PEK_U03	Poprawnie modeluje i projektuje wybrane elementy złożonych konstrukcji metalowych i żelbetowych, a także elementy wybranych obiektów przemysłowych.
PEK_U04	Potrafi rozwiązywać zadania syntezy różnych aspektów wybranych projektowanych komputerowo konstrukcji budowlanych, w tym z wykorzystaniem metod optymalizacji.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEK_K01	Potrafi pracować nad realizacją zadania samodzielnie lub w zespole projektowym (przygotowanie prezentacji i sprawozdania-projektu). 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 projektowania konstrukcji budowlanych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Omówienie ogólne problematyki projektowania wspomaganego komputerem, we wszystkich jego fazach, przy użyciu systemów (pakietów) projektowania. Podstawowe modele komputerowego projektowania konstrukcji budowlanych (tradycyjne, oparte na syntezie z reanalizą, oparte na optymalizacji stosowanej).	2

Wy2	Metody numeryczne rozwiązywania zadań mechaniki w programach inżynierskich (metody: sił, przemieszczeń, elementów skończonych, elementów brzegowych, ujęcie sieciowe – teoria grafów; liniowość i nieliniowość modeli - materiał, geometria, zakresy pracy).	2
Wy3	Komputerowe metody rozwiązywania dużych układów równań algebraicznych w zakresie liniowym i nieliniowym. Modelowanie topologiczne w MES. Inne metody stosowane w modelowaniu i obliczeniach konstrukcji (MRS, MEB, metody bezsiatkowe itp.). Błędy obliczeniowe w modelowaniu konstrukcji i doborze metod rozwiązań w MES na przykładzie prostych konstrukcji (błędy: danych, dyskretyzacji, aproksymacji modelu, metody liniowej i nieliniowej).	2
Wy4	Charakterystyczne aspekty i zasady wyboru programów komputerowych w projektowaniu budowlanym (kompleksowe systemy zintegrowane, systemy dedykowane do analizy statycznej, wymiarowania i optymalizacji) na przykładach (RM-Win, Strains, Robot, Lusas i inne). Zagadnienia wykorzystania ICT w zespołowych pracach projektowych. Wprowadzenie do projektowania konstrukcji optymalnych. Dobór metod programowania matematycznego w projektowaniu budowlanym w zakresie liniowym i nieliniowym z ograniczeniami, ESO.	3
Wy5	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	10

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie: Przeszkolenie BHP. Omówienie zasad zaliczania. Ogólne wprowadzenie do stosowanych (dostępnych) programów obliczeniowych, np.: RM-Win, Strains, Robot. Pre- i postprocessing. Podział na zespoły projektowe, omówienie ćwiczenia nr 1 – zespołowe rozwiązanie i prezentacja wybranego przykładu obliczeniowego prostej konstrukcji inżynierskiej.	2
La2	Wprowadzenie do programu Robot. Interfejs i ustawienia Robota. Teoretyczne podstawy obliczeń w systemie Robot (modelowanie konstrukcji MES, techniki rozwiązywania układów równań, teoretyczne podstawy teorii obliczeniowych). Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych – modelowanie, wprowadzanie danych, procesy obliczeniowe, interpretacja wyników, porównanie z obliczeniami analitycznymi.	2
La3	Modelowanie globalnej macierzy sztywności techniką sieciową w ujęciu teorii grafów. Modelowanie topologiczne konstrukcji prętowych. dla różnych modeli prętów (sztywno-sztywny, sztywno-przegubowy, przegubowo-przegubowy) w zakresie analizy liniowej i nieliniowej. Omówienie i wydanie indywidualnego ćwiczenia nr 2 dot. ww. zagadnień.	2
La4	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych konstrukcji prętowych, stalowych i żelbetowych – modelowanie, analiza statyczna liniowa i nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich – ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	2
La5	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych konstrukcji prętowych, stalowych i żelbetowych – modelowanie, analiza statyczna liniowa i nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich	2

	– ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	
La6	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych konstrukcji prętowych, stalowych i żelbetowych – modelowanie, analiza statyczna liniowa i nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich – ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	2
La7	Modelowanie optymalnych konstrukcji inżynierskich z zastosowaniem MES. Omówienie i wydanie ćwiczenia nr 3 – zespołowego – dot. ww. zagadnień. Praca własna – rozwiązywanie problemu projektowego dla ćwiczenia nr 3 z zastosowaniem praktycznych metod optymalizacji do doboru przekrojów.	2
La8	Praca własna i rozwiązywanie złożonych zadań obliczeniowych dot. własnych problemów projektowych z powiązanych kursów (konstrukcje stalowe i betonowe – hale, budownictwo przemysłowe). Konsultacje, dyskusje.	2
La9	Prezentacja i analiza rozwiązania zagadnienie problemu modelowania optymalnego konstrukcji – ćwiczenie nr 3 – zespołowe.	2
La10	Podsumowanie. Zaliczenia.	2
	Suma godzin	20

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

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład: prezentacje multimedialne treści wykładu oraz prezentacje działania wybranych inżynierskich programów komputerowych.
N2.	Laboratorium: prezentacje multimedialne, definiowanie i rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem oprogramowania, przygotowanie i prezentacja przykładów, dyskusja wyników.
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
F _i (laboratorium)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_U04, PEK_K01, PEK_K02	prezentacje i raporty z wykonanych zadań obliczeniowych wyznaczonych przez prowadzącego (F2 - ćw. 1, F3 - ćw. 3) i własnego zadania obliczeniowego (F1 - ćw. 2)
P (laboratorium) = $\sum F_i \cdot w_i$; $\sum w_i = 1$ (w_i : F1 – 0,25; F2 – 0,30; F3 – 0,40; F4 – 0,05 - aktywność)		
P (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_K02	F1 - kolokwia zaliczeniowe; F2 - aktywność
P (wykład) = $\sum F_i \cdot w_i$; $\sum w_i = 1$ (w_i : F1 – 0,9; F2 –		

= 0,1)		0,1
--------	--	-----

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>		
[1]	J. M. Sieczkowski, Podstawy komputerowego modelowania konstrukcji budowlanych, Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2001.	
[2]	Cz. Cichoń, W. Cecot, J. Krok, P. Pluciński, Metody komputerowe w liniowej mechanice konstrukcji, Skrypt PK, Kraków, 2002.	
[3]	G. Rakowski, Z. Kacprzyk, Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2005.	
[4]	St. Rosłaniec, Wybrane metody numeryczne, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2002.	
[5]	E. Majchrzak, B. Mochnacki, Metody numeryczne. Podstawy teoretyczne, aspekty praktyczne i algorytmy, Wydawnictwo PŚL., Gliwice 2004.	
[6]	A. M. Brandt, Podstawy optymalizacji elementów konstrukcji budowlanych, PWN, Warszawa 1978.	
[7]	W. Starosolski, Komputerowe modelowanie betonowych ustrojów inżynierskich, Tom 1 i 2, Architrend.PL, 2012.	
[8]	A. Ambroziak, P. Kłosowski, Robot Structural Analysis. Podstawy obliczeń. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.	
[9]	A. Ambroziak, P. Kłosowski, Robot Structural Analysis. Wymiarowanie konstrukcji stalowych i żelbetowych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2013.	
[10]	Normy związane z projektowaniem konstrukcji budowlanych.	
[11]	Instrukcje programów obliczeniowych (RM-Win, Strains, Robot, Lusas).	
[12]	Andrzej T. Janczura, Technologie informacyjne, 2013. https://uniwirt2.pwr.wroc.pl	
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>		
[1]	O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, J. Z. Zhu, <i>The Finite Element Method</i> , Sixth Edition, McGraw-Hill 2005.	
[2]	http://www.issmo.org/ .	
[3]	http://www.esc.auckland.ac.nz/teaching .	
[4]	Computers & Structures, <i>Elsevier</i> ; http://www.elsevier.com .	
[5]	Structural and Multidisciplinary Optimization, <i>Springer-Verlag</i> ; http://vls2.icm.edu.pl .	
[6]	A. T. Janczura, Metoda sieciowa dla wielowymiarowych elementów skończonych, Mechanika i Komputer, tom 9, 1989.	
[7]	A. T. Janczura, Algorytm standardowej metody Banachiewicza dla liniowych układów równań z ograniczoną prawą stroną. Metody numeryczne w mechanice nieliniowej. Mechanika i Komputer, tom 8, 1988.	

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)
dr inż. Andrzej T. Janczura, doc., Zakład Fizyki Budowli i Komputerowych Metod Projektowania, andrzej.janczura@pwr.edu.pl
CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr inż. Piotr Berkowski, piotr.berkowski@pwr.edu.pl dr inż. Jerzy Szolomicki, jerzy.szolomicki@pwr.edu.pl dr inż. Jacek Barański, jacek.baranski@pwr.edu.pl dr inż. Jacek Boroń, jacek.boron@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Komputerowe wspomaganie projektowania budowlanego
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *budownictwo*
I SPECJALNOŚCI Inżynieria Budowlana

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	K1_W08, K1_W11, K1S_IBB_W23	C1, C2	Wy1 do Wy5	N1, N3
PEK_W02	K1_W15, K1S_IBB_W24	C1, C2, C3	Wy1 do Wy5	N1, N3
Umiejętności				
PEK_U01	K1_U03, K1_U04, K1_U12	C3, C4	La1 do La9	N2, N3
PEK_U02	K1_U16, K1_U17	C3, C4	La1 do La9	N2, N3
PEK_U03	K1S_IBB_U27	C3, C4	La1 do La9	N2, N3
PEK_U04	K1S_IBB_U30	C3, C4	La1 do La9	N2, N3
Kompetencje społeczne				
PEK_K01	K1_K02, K1_K03	C4, C5	La3 do La 9	N2
PEK_K02	K1_K01	C3, C4, C5	Wy1 do Wy4 La1 do La9	N1, N2

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej