

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:	IBB002016
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
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)			2,0		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6		1,2		

*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 wspomaganim komputerowo.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
Z zakresu wiedzy:	
PEK_W01	Zna i rozumie zasady wspomagane 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 wspomagane komputerowo, we wszystkich jego fazach, przy użyciu systemów (pakietów) projektowania. Podstawowe modele komputerowego projektowania	2

	konstrukcji budowlanych (tradycyjne, oparte na syntezie z reanalizą, oparte na optymalizacji stosowanej).	
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.	2
Wy4	Metoda elementów skończonych w zastosowaniach. Modelowanie topologiczne w MES. Inne metody stosowane w modelowaniu i obliczeniach konstrukcji (MRS, MEB, metody bezsiatkowe itp.).	2
Wy5	Błędy obliczeniowe w modelowaniu konstrukcji i doborze metod rozwiązań w MES na przykładzie prostych konstrukcji (błędy: danych, dyskretyzacji, aproksymacji modelu, metody liniowej i nieliniowej).	1
Wy6	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.	2
Wy7	Wprowadzenie do projektowania konstrukcji optymalnych. Dobór metod programowania matematycznego w projektowaniu budowlanym w zakresie liniowym i nieliniowym z ograniczeniami, ESO.	3
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

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	2

	nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich – ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	
La5	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych konstrukcji prętowych, stalowych i żelbetowych – modelowanie, analiza statyczna liniowa i nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich – ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	2
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	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych konstrukcji prętowych, stalowych i żelbetowych – modelowanie, analiza statyczna liniowa i nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich – ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	2
La8	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych konstrukcji prętowych, stalowych i żelbetowych – modelowanie, analiza statyczna liniowa i nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich – ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	2
La9	Rozwiązywanie przykładów obliczeniowych konstrukcji prętowych, stalowych i żelbetowych – modelowanie, analiza statyczna liniowa i nieliniowa, wymiarowanie. Prezentacja zespołowych projektów studenckich – ćwiczenie nr 1 – zespołowe.	2
La10	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
La11	Praca własna i rozwiązywanie złożonych zadań obliczeniowych dot. własnych problemów projektowych z powiązanych kursów (konstrukcje stalowe i betonowe – hale, budownictwo przemysłowe). Konsultacje, dyskusje.	2
La12	Prezentacja i analiza rozwiązania zagadnienie problemu modelowania optymalnego konstrukcji – ćwiczenie nr 3 – zespołowe.	2
La13	Prezentacja i analiza rozwiązania zagadnienie problemu modelowania optymalnego konstrukcji – ćwiczenie nr 3 – zespołowe.	2
La14	Prezentacja i analiza rozwiązania zagadnienie problemu modelowania optymalnego konstrukcji – ćwiczenie nr 3 – zespołowe.	2
La15	Podsumowanie. Zaliczenia.	2
	Suma godzin	30

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
Fi (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 - aktywność)		

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 PŚI., 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, <i>Mechanika i Komputer</i> , tom 9, 1989. |
| [7] | A. T. Janczura, Algorytm standardowej metody Banachiewicza dla liniowych układów równań z ograniczoną prawą stroną. <i>Metody numeryczne w mechanice nieliniowej. Mechanika i Komputer</i> , 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 Wy7	N1, N3
PEK_W02	K1_W15, K1S_IBB_W24	C1, C2	Wy1 do Wy7	N1, N3
Umiejętności				
PEK_U01	K1_U03, K1_U04, K1_U12	C3, C4	La2 do La14	N2, N3
PEK_U02	K1_U16, K1_U17	C3, C4	La2 do La14	N2, N3
PEK_U03	K1S_IBB_U29	C3, C4	La2 do La14	N2, N3
PEK_U04	K1S_IBB_U30	C3, C4	La2 do La14	N2, N3
Kompetencje społeczne				
PEK_K01	K1_K02, K1_K03	C4, C5	La4 do La14	N2
PEK_K02	K1_K01	C3, C4, C5	Wy1 do Wy7 La4 do La14	N1, N2

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej