



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	M#1-S2-MiBM-IWP-110
Nazwa przedmiotu	Metody komputerowe w mechanice
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Computer Methods in Mechanics
Obowiązuje od roku akademickiego	2020/2021

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	studia stacjonarne
Zakres	inżynieria wzornictwa przemysłowego
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Technologii Mechanicznej i Metrologii
Koordynator przedmiotu	dr inż. Marcin Graba
Zatwierdził	

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	przedmiot specjalnościowy
Status przedmiotu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	semestr 1
Wymagania wstępne	Efekty kształcenia z zakresu wytrzymałości materiałów, modelowania 3D, matematyki, metod numerycznych i mechaniki, uzyskane na pierwszym stopniu specjalności lub kierunku równoważnym
Egzamin (TAK/NIE)	TAK
Liczba punktów ECTS	4

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin	15		15	30	

w semestrze					
--------------------	--	--	--	--	--

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma wiedzę w zakresie matematyki obejmującą algebrę, analizę, statystykę, wybrane metody numeryczne, niezbędną do rozwiązywania zagadnień inżynierskich, oraz modelowania matematycznego, w tym wiedzę niezbędną do: <ul style="list-style-type: none"> • modelowania i analizy układów mechanicznych; • wykonywania obliczeń przy projektowaniu procesów technologicznych; • opisu i przewidywania właściwości eksploatacyjnych urządzeń, obiektów i systemów technicznych. 	MiBM2_W01 MiBM2_W02 MiBM2_W03 MiBM2_W06 MiBM2_W09 MiBM2_W16
	W02	Ma elementarną wiedzę w zakresie sieci komputerowych oraz systemów operacyjnych niezbędną do instalacji, obsługi i utrzymania podstawowych narzędzi informatycznych takich jak pakiety biurowe, inżynierskie programy graficzne, programy obliczeniowe i programy do modelowania	MiBM2_W01 MiBM2_W03 MiBM2_W16
	W03	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie statyki, układów ciał sztywnych oraz kinematyki i dynamiki ciała sztywnego, oraz ma podstawową wiedzę w zakresie drgań i hałasu	MiBM2_W01 MiBM2_W02 MiBM2_W03
	W04	Ma wiedzę w zakresie analizy wytrzymałościowej podstawowych konstrukcji mechanicznych	MiBM2_W01 MiBM2_W02 MiBM2_W03 MiBM2_W16
Umiejętności	U01	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne z zakresu projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn	MiBM2_U01 MiBM2_U02 MiBM2_U04 MiBM2_U05
	U02	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym w zakresie projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia	MiBM2_U10 MiBM2_U12
	U03	Potrafi wykonywać proste analizy wytrzymałościowe oraz analizy ruchu ciał materialnych przy wykorzystywaniu klasycznych metod obliczeniowych	MiBM2_U12 MiBM2_U13
	U04	Potrafi ocenić przydatność podstawowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich	MiBM2_U04 MiBM2_U07 MiBM2_U08 MiBM2_U15
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy) co prowadzi do podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	MiBM2_K01
	K02	Ma świadomość ważności profesjonalnego działania, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur i religii	MiBM2_K03
	K03	Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	MiBM2_K04

	K04	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę przekazywania opinii publicznej w sposób zrozumiały informacji dotyczących osiągnięć związanych z kierunkiem studiów „Wzornictwo przemysłowe”	MiBM2_K06
--	-----	---	-----------

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	Omówienie zagadnień na cały semestr. Omówienie zasad zaliczenia wykładu z przedmiotu. Wprowadzenie do zagadnień mechaniki komputerowej. Schemat komputerowej analizy konstrukcji, modele matematyczne dla problemów mechaniki.
	Zastosowanie wybranych metod numerycznych do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu (metoda najmniejszych kwadratów, metoda różnic skończonych).
	Omówienie teoretycznych podstaw metody Rayleigha-Ritza i metody Bubnowa-Galerkina – zastosowanie ich do rozwiązywania zagadnień praktycznych.
	Podstawowe etapy procedury metody elementów skończonych (MES): dyskretyzacja obszaru rozwiązania, interpolacja w elemencie skończonym, agregacja, zbieżność rozwiązania skończenie elementowego. Przykład rozwiązania równania różniczkowego zwyczajnego drugiego rzędu z wykorzystaniem MES.
	Zastosowanie MES do problemu ustalonego przepływu ciepła w obszarze 2D. Model matematyczny w sformułowaniu lokalnym, liniowy element trójkątny, układ równań MES.
	Zastosowanie MES do liniowego problemu teorii sprężystości. Układ równań problemu, sformułowanie wariacyjne, element trójkątny stałego odkształcenia, układ równań MES.
	Zastosowanie MES do problemów 1D i 2D zależnych od czasu. Równania MES równowagi dynamicznej, pół dyskretne modele MES, drgania własne.
	Kolokwium zaliczeniowe w postaci testu.
laboratorium	Wprowadzenie do zajęć. Omówienie zagadnień na cały semestr. Omówienie zasad zaliczenia laboratorium z przedmiotu. Wydanie tematów prac semestralnych. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu z wykorzystaniem wybranych programów komputerowych wspomagających obliczenia matematyczne. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu metodą najmniejszych kwadratów oraz metodą różnic skończonych.
	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu metodą Bubnowa – Galerkina.
	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu metodą Rayleigha – Ritza.
	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 – rozwiązanie równania różniczkowego zwyczajnego drugiego rzędu metodą analityczno-komputerową oraz z wykorzystaniem wybranej metody numerycznej.
	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES)
	Rozwiązanie MES problemu ustalonego przepływu ciepła w obszarze 2D.
	Rozwiązanie MES tarczy w płaskim stanie naprężenia.
	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 – rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów brzegowych lub równań różniczkowych wg określonej metody.

projekt	Wprowadzenie do zajęć. Omówienie zagadnień na cały semestr. Omówienie zasad zaliczenia projektu z przedmiotu. Wydanie tematów prac semestralnych. Symulacja statycznej próby rozciągania – wpływ wymiarów geometrycznych próbki, wpływ geometrii próbki
	Symulacja zginania belki o określonym przekroju (zginanie belki umocowanej w ścianie, trójpunktowe zginania, zginanie czystym momentem – czteropunktowe zginanie)
	Rozwiązywanie zagadnień konstrukcji poddanych rozciąganiu i / lub zginaniu z wykorzystaniem MES – zagadnienia styczne.
	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 - rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów praktycznych, rozwiązanie zagadnienia praktycznego w wybranym solverze z zakresu MES.
	Symulacja rozciągania płyty z otworem eliptycznym – zagadnienie Inglisa (wpływ wymiarów płyty, wpływ geometrii płyty, wpływ geometrii elipsy, wpływ wymiarów elipsy).
	Rozwiązywanie z wykorzystaniem MES zagadnień z zakresu konstrukcji obciążanych statycznie, zawierających niejednorodności materiału w postaci kształtowanych otworów o różnym kształcie.
	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 - rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów praktycznych, rozwiązanie zagadnienia praktycznego w wybranym solverze z zakresu MES.
	Optymalizacja siatki elementów skończonych na przykładzie symulacji rozciągania płyty z otworem okrągłym.
	Ocena wpływu rodzaju i wymiarów karbu na rozkład naprężeń w próbce poddanej rozciąganiu – symulacje MES.
	Zagadnienie rozciąganej płyty ze szczeliną – rozwiązanie problemu MES
	Kolokwium zaliczeniowe nr 3 – rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów praktycznych, rozwiązanie zagadnienia praktycznego w wybranym solverze z zakresu MES.
	Ocena wpływu rodzaju i wymiarów karbu na rozkład naprężeń w belce poddawanej trójpunktowemu zginaniu – symulacje MES.
	Rozwiązywanie w MES problemów praktycznych – modelowanie konstrukcji i wyznaczanie naprężeń w konstrukcji poddanej obciążaniu
	Rozwiązywanie w MES problemów praktycznych – wyznaczanie nośności granicznej konstrukcji obciążonych statycznie
Kolokwium zaliczeniowe nr 4 – rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów praktycznych, rozwiązanie zagadnienia praktycznego w wybranym solverze z zakresu MES.	

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X	X	X	X
W02			X	X	X	X
W03			X	X	X	X
W04			X	X	X	X
U01			X	X	X	X
U02			X	X	X	X
U03			X	X	X	X
U04			X	X	X	X
K01			X	X	X	X
K02			X	X	X	X

K03			X	X	X	X
K04			X	X	X	X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego w postaci testu, składającego się z pytań otwartych i pytań zamkniętych
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów: <ul style="list-style-type: none"> z 6 prac zrealizowanych w ramach zajęć laboratoryjnych; z 2 kolokwium przeprowadzanych na zajęciach; z pracy semestralnej.
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów: <ul style="list-style-type: none"> z 12 prac zrealizowanych w ramach zajęć projektowych; z 4 kolokwium przeprowadzanych na zajęciach; z pracy semestralnej.

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15	30		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4		2	2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	51					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,0					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	24					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,0					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	75					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	3,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	4					ECTS

LITERATURA

- 1.
2. Cichoń, C., Metody obliczeniowe, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, 2005.
3. Cichoń C., Cecot W., Krok J., Pluciński P. Metody komputerowe w liniowej mechanice konstrukcji. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010.
4. Rakowski G., Kacprzyk Z. Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
5. Instrukcje wewnętrzne programów typu „Manual” do programów SolidWorks Simulation, ADINA, Abaqus, Ansys
6. Klaus-Jürgen Bathe, Finite Element Procedures, Second Edition; adres strony www: http://web.mit.edu/kjb/www/Books/FEP_2nd_Edition_6th_Printing.pdf
7. Klaus-Jürgen Bathe, Finite Element Procedures, Second Edition; Solutions to exercises in the book adres strony www: http://web.mit.edu/kjb/www/Principal_Publications/FEP_solutions.pdf