

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S2-MiBM-103
	studia niestacjonarne:	M#2-N2-MiBM-103
Nazwa przedmiotu	Zaawansowane metody elementów skończonych	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Advanced Finite Element Method	
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/2025	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	wszystkie
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn i Technologii Mechanicznej
Koordinator przedmiotu	dr hab. inż. Sławomir Błasiak, prof. PŚk
Zatwierdził	dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy	
Status przedmiotu	obowiązkowy	
Język prowadzenia zajęć	polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr I
	studia niestacjonarne	Semestr I
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	NIE	
Liczba punktów ECTS	2	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	15		15	15	
	studia niestacjonarne:	9		9	9	



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma pogłębioną wiedzę w zakresie matematyki, dotyczącą m.in. całkowania, różniczkowania oraz interpolacji wykorzystywaną w metodach numerycznych konieczną do rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich w zakresie mechaniki i budowy maszyn, szczególnie przy opracowywaniu algorytmów obliczeniowych.	MiBM2_W01
	W02	Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych i złożonych zależności między nimi w odniesieniu do ich analizy i symulacji z zastosowaniem MES.	MiBM2_W02 MiBM2_W10
Umiejętności	U01	Potrafi zastosować zaawansowane oprogramowanie komputerowe w zakresie złożonej problematyki związanej z analizą i symulacją zjawisk fizycznych z użyciem metod numerycznych w tym MES.	MiBM2_U02
	U02	Potrafi realizować złożone zadania inżynierskie przy pomocy narzędzi informacyjno-komunikacyjnych, umie dobrać i wykorzystać odpowiednie metody numeryczne niezbędne przy rozwiązywaniu modeli matematycznych z użyciem MES, opisujących podstawowe zjawiska fizyczne.	MiBM2_U05
Kompetencje społeczne	K01	Ma świadomość potrzeby samodzielnego uzupełniania i poszerzania wiedzy z zakresu analizy i symulacji zjawisk fizycznych z użyciem metod numerycznych oraz MES.	MiBM2_K01

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	Wykład obejmuje analizę elementów prętowo-belkowych, w tym funkcje kształtu i tworzenie macierzy sztywności w układzie globalnym na przykładzie transformacji. Omówione zostaną uogólnione siły i przemieszczenia oraz zależności opisujące zachowanie elementów i układów. W zakresie elementów dwuwymiarowych przedstawione zostaną elementy tarczowe i płytowe, z naciskiem na funkcje kształtu spełniające warunki geometryczne oraz macierze sztywności dla sił i przemieszczeń rzeczywistych i uogólnionych. Wprowadzone zostaną także podstawowe zagadnienia dotyczące elementów trójwymiarowych, w tym koncepcja super elementu i naturalne współrzędne. Poruszone zostaną również interpolacje Lagrange'a i Hermita, a także koncepcja elementu izoparametrycznego, jako uniwersalnego podejścia w metodzie elementów skończonych. Szczególna uwaga poświęcona zostanie ogólnemu zadaniu całkowania numerycznego.
laboratorium	Zasady oraz charakterystyka wykorzystania w programie MES modeli: belkowych, powłokowych i mieszanych. Zastosowania podczas obliczeń numerycznych modeli materiałowych dla zakresów: liniowo-sprężystego oraz plastycznego. Analiza rezultatów symulacji zagadnień fizycznie: liniowych oraz nieliniowych. Interpretacja rozkładów wielkości pól mechanicznych przed frontem pęknięcia. Zasady definicji kontaktu w symulacjach numerycznych. Analizy wytrzymałościowe podstawowych elementów i układów inżynierskich. Obliczenia zmęczeniowe.





projekt	Analiza obciążenia elementów inżynierskich z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Procedura przygotowania modelu materiału na potrzeby wykorzystania w MES. Zasady definicji złożonych warunków brzegowych w modelu numerycznym. Przeprowadzenie symulacji z uwzględnieniem kryterium destrukcji. Kryteria wyłączeniowe. Zasady walidacji wyników symulacji numerycznych.
---------	---

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
U01				X	X	
U02				X	X	
K01						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Zaliczenie wykładu na ocenę pozytywną, czyli uzyskanie co najmniej 50% punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Ocena końcowa na podstawie opracowanych sprawozdań. Uzyskanie co najmniej 50% punktów.
projekt	zaliczenie z oceną	Ocena końcowa na podstawie opracowanego projektu. Uzyskanie co najmniej 50% punktów.

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15	15		9		9	9		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2	2		2		2	2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	51					33					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,7					1,1					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	9					27					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,3					0,9					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	40					40					h



8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,3	1,3	ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	60	60	h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS= 25-30 godzin obciążenia studenta</i>	2		ECTS

LITERATURA

1. Bielski, J., 2010. Wprowadzenie do inżynierskich zastosowań metody elementów skończonych : pomoc dydaktyczna. Wydaw. PK.
2. Bull, J.W., 2012. Numerical Analysis and Modelling of Composite Materials. Springer Science & Business Media.
3. Chróścielewski, J., Burzyński, S., Daszkiewicz, K., Sobczyk, B., Witkowski, W., 2014. Wprowadzenie do modelowania MES w programie ABAQUS : materiały pomocnicze do laboratorium z Metody Elementów Skończonych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
4. Domański, J., 2022. SolidWorks 2022. Projektowanie maszyn i konstrukcji. Helion.
5. Miśkiewicz, M., 2016. Nieliniowa analiza MES i monitoring konstrukcji prętowo-ciężnowych. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
6. Neimitz, A., 2016. Elementy mechaniki ośrodków ciągłych i ciała stałego. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej.
7. Rakowski, G., Kacprzyk, Z., 2005. Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
8. Szturomski, B., 2013. Inżynierskie zastosowanie MES w problemach mechaniki ciała stałego: na przykładzie programu Abaqus. Wydawnictwo Akademickie AMW, Gdynia.
9. Wexler, H., 2021. Finite Elements in Structural Analysis: Theoretical Concepts and Modeling Procedures in Statics and Dynamics of Structures, Springer Tracts in Civil Engineering. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-49840-5>
10. Zagrajek, T., Krzesiński, G., Marek, P., 2005. Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji: ćwiczenia z zastosowaniem systemu ANSYS. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
11. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L., Zhu, J.Z. (Eds.), 2013. The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, in: The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals (Seventh Edition). Butterworth-Heinemann, Oxford, p. i. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-633-0.00019-8>

