



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-0000FGH-0362	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Modelowanie numeryczne zagadnień mechaniki materiałów hipersprężystych		
			w j. angielskim	Numerical Modeling of Hyperelastic Material Mechanics		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe					
Kierownik przedmiotu	Prof. dr hab. Inż. Stanisław Jemioło		Prowadzący zajęcia	Dr inż. Aleksander Franus		
Jednostka realizująca	WIL	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria lądowa geodezja i transport inżynieria mechaniczna inżynieria materiałowa			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia	zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	39	Sumaryczna liczba ECTS	3	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	20	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	1	2			
	łącznie w semestrze	13	26			

1. Wymagania wstępne

Znajomość algebry i analizy w zakresie studiów wyższych technicznych. Pożądana jest podstawowa wiedza z mechaniki, teorii sprężystości i fizyki w zakresie studiów wyższych technicznych.

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie doktorantów z metodami modelowania i numerycznego rozwiązywania zagadnień brzegowych w mechanice ciał stałych w zakresie dużych deformacji, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania metody elementów skończonych.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Wykład stanowi wprowadzenie do zagadnień kinematyki dużych deformacji, obejmując opis Lagrange'a i Eulera, miary odkształceń, pojęcie naprężenia oraz równania równowagi, a także podstawowe modele materiałowe, sformułowanie zagadnień brzegowych oraz elementy metody elementów skończonych w zagadnieniach nieliniowych.

Ćwiczenia audytoryjne

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują samodzielne przygotowanie modeli MES, definiowanie geometrii, siatki i warunków brzegowych, implementację modeli materiałowych odpowiednich do zagadnień dużych deformacji hipersprężystości, rozwiązywanie nieliniowych zagadnień brzegowych metodami iteracyjnymi oraz weryfikację uzyskanych wyników na podstawie wybranych przykładów.



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

4. Efekty uczenia się			
Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Zaawansowana wiedza mechaniki ośrodków ciągłych oraz metod numerycznych, właściwa dla modelowania zagadnień nieliniowych i dużych deformacji	SD_W2	test
W02	Znajomość metod obliczeniowych i narzędzi numerycznych wykorzystywanych w modelowaniu zagadnień brzegowych i prowadzeniu analiz symulacyjnych	SD_W3	test
W03			
Umiejętności			
U01	Umiejętność formułowania i rozwiązywania złożonych zagadnień badawczych poprzez tworzenie modeli numerycznych oraz dobór metod obliczeniowych	SD_U1	test
U02	Zdolność krytycznej analizy i oceny wyników symulacji numerycznych oraz ich interpretacji w kontekście fizycznym	SD_U2	test
U03			
Kompetencje społeczne			
K01	Gotowość do krytycznej oceny aktualnych osiągnięć i narzędzi w zakresie modelowania oraz ich zastosowania w rozwiązywaniu zagadnień naukowych oraz inżynierskich	SD_K2	ocena aktywności w trakcie zajęć
K02	Rozwijanie postawy kreatywnej i odpowiedzialnej w zakresie wykorzystania metod numerycznych w działalności badawczej i inżynierskiej	SD_K4	ocena aktywności w trakcie zajęć
K03			

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny
Ocena aktywności w trakcie zajęć, test

6. Literatura
<u>Literatura podstawowa:</u> [1] Bonet J., Gil A. J., Wood R. D., <i>Nonlinear Solid Mechanics for Finite Element Analysis: Statics</i> , Cambridge University Press, 2016.



[2] Jemioło S., *Relacje konstytutywne hipersprężystości*, PAN, KILiW, Warszawa, 2016.

[3] Belytschko T., Liu W.K., Moran B., Elkhodary K.I., *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*, Second Edition, Wiley, 2014

Literatura uzupełniająca:

[1] Gurtin M. E., Fried E., Anand L., *The Mechanics and Thermodynamics of Continua*, Cambridge University Press, 2010

[2] Merodio J., Ogden R. W. (ed.), *Constitutive Modelling of Solid Continua*, Springer, 2025

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**		
Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	39
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	10
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	30
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	10
Sumaryczny nakład pracy studenta		89
Liczba punktów ECTS		3

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe	
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2