

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-0000FGH-0158	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Mechanika ośrodków ciągłych		
			w j. angielskim	Continuum mechanics		
Kierownik przedmiotu	Prof. dr. hab. inż. Stanisław Jemioło	Prowadzący zajęcia	Prof. dr. hab. inż. Stanisław Jemioło			
Jednostka realizująca	W IL	Dyscyplina naukowa	Inżynieria lądowa geodezja i transport/inżynieria mechaniczna/ inżynieria materiałowa			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy/letni			
Język zajęć	polski					
Forma zaliczenia:	zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	45	Sumaryczna liczba ECTS	4	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	30	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak/ Nie	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytorijne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2	1			
	łącznie w semestrze	30	15			

1. Wymagania wstępne

Znajomość algebry i analizy w zakresie studiów wyższych technicznych. Podstawowa wiedza z mechaniki bryły sztywnej, teorii sprężystości lub mechaniki płynów w zakresie studiów wyższych technicznych. Pożądana jest znajomość rachunku tensorowego.

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest poznanie podstawowych pojęć mechaniki ośrodków ciągłych, w tym m.in. relacji konstytutywnych teorii hipersprężystości i teorii plastyczności oraz teorii płynów (cieczy i gazów). Poznanie ograniczeń formułowania relacji konstytutywnych ze względu m.in. na zasady obiektywności i symetrii oraz zasady termodynamiki i zgodności teorii z eksperymentem.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

Czasoprzestrzeń Galileusza-Newtona. Konfiguracje kontinuum materialnego, zmienne Lagrange'a i Eulera. Opis ruchu. Pola tensorowe i ich pochodne materialne. Zasada obiektywności i pochodne obiektywne pól tensorowych. Tensory gradientu deformacji i gradientu prędkości, tensory deformacji i tensory odkształcenia oraz ich pochodne. Zasada zachowania masy. Tensor naprężenia Cauchy'ego i inne tensory naprężeń. Niezmienniki tensorów. Zasada zachowania pędu i momentu pędu. Lokalne równania ruchu (równowagi). Zasada zachowania energii mechanicznej. Relacje konstytutywne hipersprężystości. Funkcja jednostkowej energii sprężystości i jej poliwy pukłość. Materiały izotropowe i anizotropowe, tensory parametryczne. Wybrane zagadnienia brzegowe hipersprężystości. I i II zasada zachowania termodynamiki, entropia, temperatura absolutna i zasada równoległości, dyssypacja energii, itp. Wybrane relacje konstytutywne, m.in. termohipersprężystości, teorii sprężysto-plastyczności dużych deformacji i reologii.

Ćwiczenia

Ćwiczenia audytorijne są zintegrowane z wykładem. Celem pracy domowej jest wykonanie przykładowego zadania, w którym występują pojęcia mechaniki ośrodków ciągłych i zagadnienie brzegowe albo brzegowo-początkowe wybranej teorii mechaniki ośrodków ciągłych.

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SD PW	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
---------------	-------------------------	--	-------------------------------------

Wiedza			
W01	Absolwent zdobywa podstawową wiedzę z mechaniki ośrodków ciągłych.	SD_W3	Test i ocena prac domowych
W02	Absolwent zdobywa podstawową wiedzę z teorii relacji konstytutywnych.	SD_W2	Test i ocena prac domowych
Umiejętności			
U01	Absolwent potrafi zidentyfikować tensory deformacji, tensory odkształceń, tensory naprężeń, itp. stosowane w mechanice. Potrafi sformułować np. zagadnienie brzegowe hipersprężystości. Jest przygotowany do studiowania metod numerycznych mechaniki ośrodków, itp.	SD_U1	Test i ocena prac domowych
U02	Absolwent zna podstawowe relacje konstytutywne ośrodków ciągłych.	SD_U2	Test i ocena prac domowych
U03			
Kompetencje społeczne			
K01	Absolwent jest gotów do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	SD_K4	Ocena aktywności w trakcie zajęć
K02	Absolwent jest gotów do zastosowania poznanej wiedzy z mechaniki ośrodków ciągłych w dziedzinie swoich badań naukowych	SD_K5	Ocena aktywności w trakcie zajęć i ocena prac domowych

* 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 pracy domowej, ocena aktywności w trakcie zajęć, test

6. Literatura

Literatura podstawowa:

- [1] Bonet J., Gil A.J., Wood R.D.: *Nonlinear Solid Mechanics for Finite Element Analysis: Statics*. Cambridge University Press, 2016.
- [2] Gurtin M.E.: *An introduction to continuum mechanics*, Academic Press, New York, 1981.
- [3] Holzapfel G.A. *Nonlinear solid mechanics*. John Wiley & Sons Ltd., New York, 2010.
- [4] Ogden R.W. *Non-linear elastic deformations*. Ellis Horwood, 1984.
- [5] Ostrowska-Maciejewska J.: *Mechanika ciał odkształcalnych*, PWN, Warszawa 1995.
- [6] Smith D.R.: *An introduction to continuum mechanics – after Truesdell and Noll*, Kluwer Academic Publishers, London 1995.
- [7] Spencer A.J.M.: *Continuum mechanics*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1980.
- [8] Rymarz Cz.: *Mechanika ośrodków ciągłych*, PWN, Warszawa, 1993.

Literatura uzupełniająca:

- [1] Ostrowska-Maciejewska J., Kowalczyk-Gajewska K.: *Rachunek tensorowy w mechanice ośrodków ciągłych*, Wydawnictwo Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2013.
- [2] Jemioło S. [red]: *Elasticity and hyperelasticity. Modelling and applications* [In Polish]. Warsaw University of Technology Publishing House, Warsaw, 2012.
- [3] Jemioło S. *Constitutive relationships of hyperelasticity* [In Polish]. PAN, KILiW, Warsaw, 2016.
- [4] Jemioło S., Gajewski M.: *Hipersprężystoplastyczność*, OWPW, Warszawa, 2014.

[5] Jemiolo S., Suchocki C.: *Hipersprężystość i jej modyfikacje. Zarys teorii, pseudo-hipersprężystość i quasi liniowa lepko-hipersprężystość*, OWPW, Warszawa, 2018.

7. Nakład pracy doktoranta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**		
Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	45
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	10
3	Godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	45
4	godziny pracy samodzielnej doktoranta w ramach przygotowania do testu, sprawdzianu, zaliczenia	10
Sumaryczny nakład pracy doktoranta		110
Liczba punktów ECTS		4

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