

### Karta przedmiotu

obowiązuje doktorantów Szkoły Doktorskiej PK rozpoczynających kształcenie  
w roku akademickim 2022/2023

#### Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu w języku polskim	Mechanika ciał odkształcalnych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Mechanics of deformable bodies
Liczba punktów ECTS	1
Język wykładowy	Polski
Kategoria przedmiotu	Wybieralny
Dziedzina kształcenia	Nauki inżyniersko-techniczne
Dyscyplina kształcenia	Inżynieria mechaniczna
Osoba odpowiedzialna za przedmiot Kontakt	Prof. dr hab. inż. Błażej Skoczeń blazej.skoczen@pk.edu.pl

#### Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Forma zaliczenia (O / Z)*	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Laboratorium komputerowe	Projekt	Seminarium
2, 3, 4, 5	O	15	0	0	0	0	0

\*O - zaliczenie na ocenę, Z – zaliczenie bez oceny

#### Cele przedmiotu

Kod	Opis celu
Cel1	Zapoznanie się ze zjawiskami fizycznymi zachodzącymi w materiałach i konstrukcjach odkształcalnych w zakresie sprężystym i niesprężystym
Cel2	Nabycie umiejętności matematycznego opisu zjawisk fizycznych zachodzących w materiałach i konstrukcjach (budowa modeli konstytutywnych)
Cel3	Nabycie umiejętności rozwiązywania zagadnień mechaniki kontinuum materialnego z wykorzystaniem zbudowanych modeli konstytutywnych

#### Efekty uczenia się

Kod	Opis efektu uczenia się z uwzględnieniem specyfiki dyscypliny	Symbol efektu uczenia się w SD PK	Sposoby weryfikacji
<b>EFEKTY W ZAKRESIE WIEDZY</b>			
EUW1	Doktorant potrafi wskazać zjawiska fizyczne zachodzące w materiałach odkształcalnych w zakresie sprężystym i niesprężystym, w pełnym zakresie temperatur	E_W01, E_W02	Aktywność na zajęciach, prezentacja
EUW2	Doktorant potrafi wskazać przyczynę zjawisk fizycznych zachodzących w odkształcalnych materiałach w zakresie sprężystym i niesprężystym, w pełnym zakresie temperatur	E_W01	Aktywność na zajęciach, prezentacja

EFEKTY W ZAKRESIE UMIEJĘTNOŚCI			
EUU1	Doktorant potrafi zidentyfikować zjawiska zachodzące w materiałach odkształcanych, w szczególności w zakresie związanym z realizacją pracy doktorskiej	E_U01	Prezentacja, dyskusja
EUU2	Doktorant potrafi zbudować model matematyczny zjawisk obserwowanych w materiałach odkształcanych w zakresie sprężystym i niesprężystym, dla pełnego zakresu temperatur	E_U01	Prezentacja, dyskusja
EFEKTY W ZAKRESIE KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH			
EUK1	Doktorant potrafi odnieść się do znanych w literaturze metod analizy zagadnień mechaniki ciał odkształcalnych, w szczególności występujących w zagadnieniach związanych z realizacją pracy doktorskiej, oraz uzasadnić stosowane przez siebie modele	E_K01, E_K03	Dyskusja

### Treści programowe

Lp.	Treści	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Liczba godzin
<b>WYKŁAD</b>			
W1	Elementy rachunku tensorowego, stan odkształcenia w opisie Lagrange'a i Euler'a, gradient deformacji, tensory odkształcenia Greena i Almansięgo, równania nierozdzielności odkształceń	EKW1	2
W2	Stan naprężenia, tensory naprężenia Cauchy'ego i Pioli-Kirchhoffa, pochodna materialna, równania ruchu i równowagi ciała	EKW1	2
W3	Podstawy fizyczne stanu sprężystego, podstawy termodynamiczne, związki Duhamela-Neumanna, sformułowanie podstawowego zagadnienia teorii sprężystości	EKW1	2
W4	Ogólne twierdzenia i równania elastostatyki, równania Beltrami'ego-Michella, funkcje naprężeń, równania teorii sprężystości we współrzędnych walcowych i sferycznych	EKW1, EKW2	1
W5	Zjawiska niesprężyste zachodzące w materiałach odkształcanych w pełnym zakresie temperatur, klasyczne modele płynięcia plastycznego i pełzania	EKW1, EKW2	1
W6	Zasady modelowania konstytutywnego materiałów, aksjomaty obiektywności, lokalności, produkcji entropii, podstawy fizyczne zjawisk zachodzących w sieci krystalicznej, operator Hamiltona	EKW1, EKW2	2
W7	Modelowanie wieloskalowe: mikro-mezo-makro, mezoskopowy element reprezentatywny, podstawowe równanie konstytutywne, klasyczne modele konstytutywne dla stanów niesprężystych	EKW2, EKU1, EKU2	2
W8	Ewolucja mikrostruktury materiału, modelowanie przemian fazowych, kinetyka przemiany fazowej, teoria homogenizacji, mikromechanizmy w modelu kontinuum wielofazowego	EKW2, EKU1, EKU2	1
W9	modelowanie nieciągłego płynięcia plastycznego, kinetyka zjawiska, dyslokacyjny model konstytutywny	EKW2, EKU1, EKU2	1

W10	modelowanie kontinuum zawierającego pola mikro-uszkodzeń, kinetyka ewolucji mikro-uszkodzeń, model materiału z uszkodzeniami natury mechanicznej i radiacyjnej, modele nielokalne	EKW2, EKU1, EKU2, EKK1	1
-----	---	------------------------	---

### Bilans punktów ECTS

ROZLICZENIE GODZIN	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin (45 min) poświęconych na realizację rodzaju zajęć
<b>GODZINY KONTAKTOWE Z NAUCZYCIELEM AKADEMICKIM</b>	
Godziny wynikające z programu kształcenia	15
Konsultacje	1
Egzamin / zaliczenie	2
<b>GODZINY BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA AKADEMICKIEGO</b>	
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	8
Przygotowanie referatu, raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	4
<b>BILANS PUNKTÓW ECTS</b>	
Łączna suma godzin	30
Liczba punktów ECTS	1

### Wymagania wstępne

Lp.	Wymagania
1	Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego
2	Znajomość języka angielskiego.

### Warunki zaliczenia / sposób obliczania oceny końcowej

Lp.	Opis
<b>WARUNKI ZALICZENIA</b>	
1	Obecność na 75% zajęć
2	Przedstawienie referatu (prezentacji).
<b>SPOSÓB WYZNACZENIA OCENY KOŃCOWEJ</b>	
Ocena na podstawie przedstawionego referatu i dyskusji.	

### Dodatkowe informacje

Zakres tematyczny wykładu, w tym stopień zaawansowania przedstawianych teorii i przykładów modelowania, uwzględnia zakres wiedzy nabytej przez doktorantów na wcześniejszych etapach kształcenia.
---

### Literatura

1	Marsden, J.E., Hughes, T.J.R., <i>Mathematical Foundations of Elasticity</i> , 1994, Dover Pub.
2	Ottosen, N., Ristinmaa, M., <i>The Mechanics of Constitutive Modelling</i> , 2005, Elsevier.
3	Życzkowski, M., <i>Combined Loadings in the Theory of Plasticity</i> , Warszawa, 1981, PWN.
4	Fung, Y. C., <i>Podstawy mechaniki ciała stałego</i> , Warszawa, 1969, PWN.