

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Medyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Biomechanika, Inżynieria kliniczna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Modelowanie konstytutywne materiałów inżynierskich
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM IMED oIS B42 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
6	15	0	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z metodami modelowania matematycznego materiałów inżynierskich

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Mechanika ogólna

2 Podstawy wytrzymałości materiałów

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zapisuje ogólną postać równań modelu konstytutywnego materiałów

EK2 Wiedza Student zapisuje równania konstytutywne wybranych modeli matematycznych

EK3 Umiejętności Student modeluje matematycznie zjawiska odwracalne

EK4 Umiejętności Student buduje model konstytutywny zjawisk nieodwracalnych

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wstęp (klasyfikacja i właściwości materiałów inżynierskich)	2
W2	Podstawowe pojęcia termodynamiczne (temperatura, ciepło, entropia, dyssypacja, zasady termodynamiki)	4
W3	Zasady budowy modelu konstytutywnego z użyciem formalizmu termodynamiki procesów nieodwracalnych (zmienne stanu, potencjał stanu, równania stanu, potencjał dyssypacji, równania ewolucji, nierówność Clausiusa-Duhema)	5
W4	Przykłady modelowania konstytutywnego (materiał sprężysty, plastyczny, modelowanie uszkodzeń)	4

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Jednoosiowe modele materiałów inżynierskich	4
P2	Aksjomaty termodynamiki, perpetuum mobile pierwszego i drugiego rodzaju	2
P3	Modelowanie konstytutywne materiału termo-sprężystego	2
P4	Budowa równań ewolucji zmiennych stanu	2
P5	Modelowanie konstytutywne materiału termo-plastycznego	2
P6	Modelowanie rozwoju uszkodzeń i efektów zdrowienia	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Praca w grupach

N4 Prezentacje multimedialne

N5 Konsultacje

N6 Dyskusja

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	7
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	3
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	53
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawdzian pisemny

F2 Zaliczenie projektów indywidualnych

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student zapisuje ogólną postać podstawowych funkcji stanu. Zapisuje równania stanu oraz równania ewolucji. Określa warunki procesów biernych/czynnych/neutralnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student zapisuje równania konstytutywne podstawowych modeli materiałów sprężystych i plastycznych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student określa zbiór zewnętrznych zmiennych stanu. Definiuje sprzężone z nimi siły termodynamiczne przy użyciu swobodnej energii Helmholtza, energii Gibbsa, energii wewnętrznej lub entalpii. Zapisuje zależności pomiędzy zmiennymi stanu i siłami termodynamicznymi. Student bezbłędnie wykonuje projekt dotyczący modelowania zjawisk odwracalnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.

NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student proponuje zbiór zmiennych stanu, zapisuje potencjał stanu i potencjał dyssypacji w funkcji zmiennych stanu. Student zapisuje równania stanu i równania ewolucji zmiennych stanu oraz sił termodynamicznych. Student zapisuje nierówność dyssypacyjną. Student bezbłędnie wykonuje projekt dotyczący modelowania zjawisk nieodwracalnych.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	W2 W3	N1 N2 N4 N5	F1 F2 P1
EK2		Cel 1	W1 W4	N1 N2 N4 N5	F1 F2 P1
EK3		Cel 1	W4 P1 P2 P3	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 P1
EK4		Cel 1	W4 P4 P5 P6	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | A. Ganczarski, J. Skrzypek — *Mechanika nowoczesnych materiałów*, Kraków, 2013, Wydawnictwo PK
- [2] | A. Ganczarski, J. Skrzypek — *Plastyczność materiałów inżynierskich*, Kraków, 2009, Wydawnictwo PK
- [3] | J. Skrzypek — *Podstawy mechaniki uszkodzeń*, Kraków, 2006, Wydawnictwo PK

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Cz. Rymarz — *Mechanika ośrodków ciągłych*, Warszawa, 1993, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2] | N.S. Ottosen, M. Ristinmaa — *The Mechanics of Constitutive Modelling*, Amstredam, 2005, Elseviere
- [3] | H. Egner — *Modelowanie konstytutywne sprzężonych problemów mechaniki materiałów dyssypatywnych*, Kraków, 2013, Wydawnictwo PK

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż., prof. PK Halina Egner (kontakt: halina.egner@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 prof. dr hab. inż. Artur Ganczarski (kontakt: artur.ganczarski@pk.edu.pl)

2 prof. dr hab. inż. Halina Egner (kontakt: halina.egner@pk.edu.pl)

3 dr inż. Władysław Egner (kontakt: wladyslaw.egner@pk.edu.pl)

4 dr inż. Szymon Hernik (kontakt: szymon.hernik@pk.edu.pl)

5 dr inż. Damian Szubartowski (kontakt: damian.szubartowski@pk.edu.pl)

6 mgr inż. Anna Wiśniewska (kontakt: anna.wisniewska1@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....
.....
.....
.....
.....