

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2012/2013

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Zaawansowane metody obliczeniowe (Advanced Computational Mechanics)

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Advanced mechanics of structures with constitutive modeling |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                                             |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIS C14 12/13                                       |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe                                       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                                        |
| SEMESTRY                                | 5 6                                                         |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 5       | 15     | 7         | 0            | 7                                | 0       | 0          |
| 6       | 15     | 7         | 0            | 7                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Opanowanie zasad budowy modeli konstytutywnych materiałów, nabycie umiejętności matematycznego opisu zjawisk fizycznych zachodzących w materiałach, nabycie umiejętności rozwiązywania zagadnień mechaniki kontinuum z wykorzystaniem zbudowanych modeli konstytutywnych.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość rachunku różniczkowego i całkowego, znajomość podstaw rachunku tensorowego, wiedza w zakresie teorii sprężystości i plastyczności.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Posiadanie wiedzy w zakresie zasad modelowania konstytutywnego materiałów.

**EK2 Wiedza** Posiadanie wiedzy na temat istniejących modeli matematycznych ośrodków ciągłych i dyskretnych.

**EK3 Umiejętności** Umiejętność definiowania parametrów i funkcji stanu potrzebnych do budowy modelu konstytutywnego.

**EK4 Umiejętności** Praktyczna umiejętność budowy modelu matematycznego i identyfikacji jego parametrów.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wprowadzenie do teorii konstytutywnej, zasady modelowania konstytutywnego, aksjomaty obiektywności, lokalności, produkcji entropii.                                                                                                                                                   | 4                |
| <b>W2</b> | Podstawy fizyczne zjawisk zachodzących w sieci krystalicznej, drgania i procesy falowe, model Debye, kwanty drgań sieci krystalicznej (operator Hamiltona), fonony, transport ciepła, niestabilność termodynamiczna w niskich temperaturach, defekty sieci krystalicznej, dyslokacje. | 4                |
| <b>W3</b> | Fizyka stanów niesprężystych, modelowanie wieloskalowe: mikro-mezo-makro, mezoskopowy element reprezentatywny, podstawowe równanie konstytutywne.                                                                                                                                     | 4                |
| <b>W4</b> | Klasyczne modele konstytutywne dla stanów sprężystych i niesprężystych.                                                                                                                                                                                                               | 4                |
| <b>W5</b> | Modelowanie przemian fazowych, kinetyka przemiany fazowej, teoria homogenizacji, mikromechanizmy w modelu wielofazowego kontinuum.                                                                                                                                                    | 6                |
| <b>W6</b> | Modelowanie nieciągłego płynięcia plastycznego, kinetyka zjawiska, dyslokacyjny model konstytutywny.                                                                                                                                                                                  | 6                |
| <b>W7</b> | Modelowanie kontinuum zawierającego pola uszkodzeń, kinetyka ewolucji uszkodzeń, model materiału z uszkodzeniami natury mechanicznej i radiacyjnej, modele nielocalne.                                                                                                                | 2                |

| ĆWICZENIA |                                                        |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH | LICZBA<br>GODZIN |

| ĆWICZENIA |                                                                                                                                            |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Sprawdzenie aksjomatów obiektywności, produkcji entropii oraz lokalności w klasycznych modelach konstytutywnych.                           | 3                |
| <b>C2</b> | Analiza konsekwencji niestabilności termodynamicznej w niskich temperaturach.                                                              | 2                |
| <b>C3</b> | Budowa modelu przemiany fazowej typu RSC-RPC, budowa modelu nieciągłego płynięcia plastycznego.                                            | 2                |
| <b>C4</b> | Budowa modelu kontinuum zawierającego pola uszkodzeń.                                                                                      | 2                |
| <b>C5</b> | Całkowanie równań konstytutywnych w zagadnieniach skręcania prętów litych i zginania belek oraz w zagadnieniach dwuwymiarowych (PSN, PSO). | 6                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |                                                                                                                                                       |                  |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Budowa modelu numerycznego przemiany fazowej typu RSC-RPC, budowa modelu numerycznego nieciągłego płynięcia plastycznego.                             | 5                |
| <b>K2</b>                | Budowa modelu numerycznego kontinuum zawierającego pola uszkodzeń.                                                                                    | 5                |
| <b>K3</b>                | Numeryczne całkowanie równań konstytutywnych w zagadnieniach skręcania prętów litych i zginania belek oraz w zagadnieniach dwuwymiarowych (PSN, PSO). | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 0                                                       |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 10                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 10                                                      |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 10                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>50</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Egzamin ustny

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

**B1** Ćwiczenie praktyczne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | brak wiedzy w zakresie zasad modelowania konstytutywnego materiałów        |
| NA OCENĘ 3.0        | elementarna wiedza w zakresie zasad modelowania konstytutywnego materiałów |
| NA OCENĘ 3.5        | pogłębiona wiedza w zakresie zasad modelowania konstytutywnego materiałów  |

|                     |                                                                                                                |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | dobra wiedza w zakresie zasad modelowania konstytutywnego materiałów                                           |
| NA OCENĘ 4.5        | rozszerzona wiedza w zakresie zasad modelowania konstytutywnego materiałów                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | wyczerpująca wiedza w zakresie zasad modelowania konstytutywnego materiałów                                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | brak wiedzy na temat istniejących modeli matematycznych ośrodków ciągłych i dyskretnych                        |
| NA OCENĘ 3.0        | elementarna wiedza na temat istniejących modeli matematycznych ośrodków ciągłych i dyskretnych                 |
| NA OCENĘ 3.5        | pogłębiona wiedza na temat istniejących modeli matematycznych ośrodków ciągłych i dyskretnych                  |
| NA OCENĘ 4.0        | dobra wiedza na temat istniejących modeli matematycznych ośrodków ciągłych i dyskretnych                       |
| NA OCENĘ 4.5        | rozszerzona wiedza na temat istniejących modeli matematycznych ośrodków ciągłych i dyskretnych                 |
| NA OCENĘ 5.0        | wyczerpująca wiedza na temat istniejących modeli matematycznych ośrodków ciągłych i dyskretnych                |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | brak umiejętności definiowania parametrów i funkcji stanu potrzebnych do budowy modelu konstytutywnego         |
| NA OCENĘ 3.0        | elementarne umiejętności definiowania parametrów i funkcji stanu potrzebnych do budowy modelu konstytutywnego  |
| NA OCENĘ 3.5        | pogłębione umiejętności definiowania parametrów i funkcji stanu potrzebnych do budowy modelu konstytutywnego   |
| NA OCENĘ 4.0        | dobrze umiejętności definiowania parametrów i funkcji stanu potrzebnych do budowy modelu konstytutywnego       |
| NA OCENĘ 4.5        | rozszerzone umiejętności definiowania parametrów i funkcji stanu potrzebnych do budowy modelu konstytutywnego  |
| NA OCENĘ 5.0        | wyczerpujące umiejętności definiowania parametrów i funkcji stanu potrzebnych do budowy modelu konstytutywnego |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | brak umiejętności budowy modelu matematycznego i identyfikacji jego parametrów                                 |
| NA OCENĘ 3.0        | elementarne umiejętności budowy modelu matematycznego i identyfikacji jego parametrów                          |
| NA OCENĘ 3.5        | pogłębione umiejętności budowy modelu matematycznego i identyfikacji jego parametrów                           |

|              |                                                                                        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0 | dobre umiejętności budowy modelu matematycznego i identyfikacji jego parametrów        |
| NA OCENĘ 4.5 | rozszerzone umiejętności budowy modelu matematycznego i identyfikacji jego parametrów  |
| NA OCENĘ 5.0 | wyczerpujące umiejętności budowy modelu matematycznego i identyfikacji jego parametrów |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                     | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K1_W01,<br>K1_W02,<br>K1_W06,<br>K1_W08,<br>K1_W09                             | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 C1<br>C2 C3 C4 C5 K1<br>K2 K3 | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK2               | K1_W01,<br>K1_W02,<br>K1_W06,<br>K1_W08,<br>K1_W09                             | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 C1<br>C2 C3 C4 C5 K1<br>K2 K3 | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK3               | K1_W01,<br>K1_W02,<br>K1_W06,<br>K1_W08,<br>K1_W09                             | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 C1<br>C2 C3 C4 C5 K1<br>K2 K3 | N1 N2 N3              | F1 P1         |
| EK4               | K1_W01,<br>K1_W02,<br>K1_W06,<br>K1_W08,<br>K1_W09                             | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6 W7 C1<br>C2 C3 C4 C5 K1<br>K2 K3 | N1 N2 N3              | F1 P1         |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 | Ottosen, N., Ristinmaa, M. — *The Mechanics of Constitutive Modelling*, USA, 2005, Elsevier

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 | Marsden, J.E., Hughes, T.J.R. — *Mathematical Foundations of Elasticity*, USA, 1994, Dover. Pub.

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Błażej, Tomasz Skoczeń (kontakt: [blazej.skoczen@pk.edu.pl](mailto:blazej.skoczen@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 Prof. Błażej Skoczeń (kontakt: [blazej.skoczen@pk.edu.pl](mailto:blazej.skoczen@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....