

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Mechanika i Budowa Maszyn

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Komputerowo wspomagane projektowanie inżynierskie

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Komputerowe modelowanie materiałów inżynierskich |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                                  |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM MIBM oIIS C6 22/23                            |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                       |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 3.00                                             |
| SEMESTRY                                | 2                                                |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 2       | 15     | 0         | 0            | 0                                | 15      | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Pogłębienie umiejętności związanych z modelowaniem komputerowym konstrukcji wykonanych z zaawansowanych materiałów.

**Cel 2** Zapoznanie z technikami modelowania komputerowego w zakresie nieliniowym.

**Cel 3** Wykorzystanie zdobytej wiedzy do tworzenia modeli komputerowych uwzględniających zaawansowanego wymagania współczesnego przemysłu.

**Cel 4** Nabycie umiejętności posługiwania się zaawansowanym oprogramowaniem w modelowaniu nieliniowym, niezbędnym do zautomatyzowania produkcji.

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

1 Znajomość metody elementów skończonych oraz pakietu ANSYS Workbench w stopniu umiarkowanym.

2 Posiadanie wiedzy na temat opisu konstytutywnego materiałów liniowo-sprężystych.

3 Podstawowa wiedza na temat opisu konstytutywnego materiałów sprężysto-plastycznych i sprężysto-lepkich.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna opis konstytutywny materiałów sprężysto-plastycznych i sprężysto-lepkich.

**EK2 Wiedza** Posiada wiedzę z zakresu opisu materiału w trakcie procesu uszkodzenia i pękania.

**EK3 Umiejętności** Potrafi przeprowadzić analizę konstrukcji, w której materiał podlega procesom nieliniowym geometrycznie i fizycznie.

**EK4 Umiejętności** Potrafi przeprowadzić analizę konstrukcji, która podlega procesowi uszkodzenia, pękania lub kontaktu nieliniowego.

**EK5 Umiejętności** Potrafi rozwiązywać zaawansowane zagadnienia modelowania nieliniowego w celu poprawy wytrzymałości i automatyzacji elementów produkcyjnych.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Zaawansowane modelowanie materiałów sprężysto-plastyczno-lepkich. Nieliniowe modele plastyczne i lepkie. Wykorzystania modelowania nieliniowego w celu podwyższenia wytrzymałości konstrukcji lub poprawienia automatyzacji produkcji. | 4                |
| <b>W2</b> | Sprężenie sprężysto-lepko-plastyczności z termiką. Wykorzystanie sprężeń w automatyzacji produkcji.                                                                                                                                    | 2                |
| <b>W3</b> | Modelowanie materiału w trakcie procesu pękania i uszkodzenia.                                                                                                                                                                         | 4                |
| <b>W4</b> | Zaawansowane zagadnienia kontaktu nieliniowego. Uwzględnienie rozbudowanych modeli CAD w procesie modelowania w celu zwiększenia automatyzacji produkcji.                                                                              | 5                |

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

| PROJEKT   |                                                                                                                                                                                                |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Modelowanie konstrukcji wykonanych z materiałów nieliniowych sprężysto-lepkich lub sprężysto-plastycznych.                                                                                     | 5                |
| <b>P2</b> | Modelowanie procesów uszkodzenia / pęknięcia. Dodatkowe kryteria określające próg bezpiecznej eksploatacji. Wykorzystanie uzyskanych informacji do poprawy istniejących rozwiązań.             | 5                |
| <b>P3</b> | Modelowanie nieliniowego kontaktu. Uwzględnienie zagadnień kontaktowych w modelach wieloelementowych. Wpływ efektów kontaktowych (np. tarcia) na procesy produkcyjne w innowacyjnym przemyśle. | 5                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Prezentacje multimedialne

**N2** Ćwiczenia projektowe

**N3** Dyskusja

**N4** Konsultacje

**N5** Praca w grupach

## 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                                                               | 30                                                      |
| 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                                                                              | 15                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 15                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>        | <b>90</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 3.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Test

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie pozytywnej oceny formującej

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt indywidualny

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiada wiedzy na temat opisu matematycznego materiałów nieliniowych                                                                   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wymienić najprostsze modele charakteryzujące materiał plastyczny lub lepki.                                                        |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi wymienić modele sprężysto-plastyczne lub sprężysto-lepkie.                                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Student rozróżnia modele materiałów nieliniowych. Potrafi podać charakterystykę i zastosowanie poszczególnych modeli.                              |
| NA OCENĘ 4.5        | Student rozróżnia modele materiałów nieliniowych. Potrafi dopasować odpowiedni model do materiału w niektórych przypadkach.                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Student rozróżnia modele materiałów nieliniowych. Potrafi dopasować odpowiedni model do materiału i podać odpowiednie uzasadnienie swojego wyboru. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie posiada wiedzy z zakresu opisu matematycznego procesów uszkodzenia i pękania.                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna pojęcie zmiennej uszkodzenia. Rozróżnia rzeczywiste zmienne stanu od efektywnych zmiennych stanu.                                      |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna pojęcie zmiennej uszkodzenia. Rozróżnia rzeczywiste zmienne stanu od efektywnych zmiennych stanu.                                      |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna podstawowy opis matematyczny uszkodzenia oparty o zmienne skalarne. Zna podstawowe kryteria sterujące mechanizmem pękania.             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                    |

|                     |                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi przeprowadzić analizy dla najprostszej konstrukcji z materiałem nieliniowym.                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi stworzyć prosty model konstrukcji sprężysto-plastycznej lub sprężysto-lepkiej.                                                                                      |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi zastosować różne modele opisujące materiał nieliniowy dla prostych konstrukcji.                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi zastosować różne modele opisujące materiał nieliniowy dla prostych konstrukcji oraz przeprowadzić proces rozwoju odkształceń plastycznych, pełzania lub relaksacji. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi stworzyć modelu z uwzględnieniem mechanizmów kontaktu lub zniszczenia.                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi zbudować model, w którym uwzględniony jest kontakt pomiędzy poszczególnymi elementami.                                                                              |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi zbudować model z uwzględnieniem procesu pękania.                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi zbudować model z uwzględnieniem procesu ewolucji uszkodzeń.                                                                                                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi rozwiązywać zagadnień nieliniowych. Nie potrafi określić związku pomiędzy zaawansowanym modelowaniem a poprawą automatyzacji produkcji.                         |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi rozwiązywać zagadnienia modelowania nieliniowego.                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi rozwiązywać zagadnienia modelowania nieliniowego. Potrafi zastosować nieliniowe modele we współczesnych elementach konstrukcyjnych wykorzystywanych w przemyśle.    |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi rozwiązywać zagadnienia modelowania nieliniowego. Potrafi wykorzystać nieliniowe modelowanie w celu poprawy efektywności i automatyzacji procesu produkcyjnego.     |

## 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           | W1 W2             | N1 N3 N4              | F2 P1         |

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK2               |                                                                                | Cel 1           | W3 W4             | N1 N3 N4              | F2 P1         |
| EK3               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | P1                | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 P1         |
| EK4               |                                                                                | Cel 1 Cel 2     | P2 P3             | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 P1         |
| EK5               |                                                                                | Cel 4           | W1 W4 P3          | N1 N3 N5              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Ganczarski A., Skrzypek J. — *Plastyczność materiałów inżynierskich*, Kraków, 2009, Wydawnictwo PK
- [2] | Skrzypek J. — *Plastyczność i pełzanie*, Warszawa, 1986, PWN
- [3] | Skrzypek J. — *Podstawy mechaniki uszkodzeń*, Kraków, 2006, Wydawnictwo PK

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Skrzypek J., Hetnarski Richard B. — *Plasticity and creep*, Florida, 1993, Boca Raton : CRC Press, cop.
- [2] | Lee H-H. — *Finite element simulations with ANSYS Workbench 19 : theory, applications, case studies*, , 2018, Mission : SDC Publications

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr Katarzyna Tajs-Zielińska (kontakt: Katarzyna.Tajs-Zielinska@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Justyna Miodowska (kontakt: justyna.miodowska@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....