



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**

Wydział Inżynierii Mechanicznej

## Karta przedmiotu CAE w medycynie

### 1. Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>inżynieria w medycynie<br><br>Specjalność: innowatyka w medycynie<br><b>Jednostka zarządzająca kierunkiem studiów</b><br>Wydział Inżynierii Mechanicznej<br><br><b>Poziom studiów</b><br>drugiego stopnia (mgr inż.)<br><br><b>Profil studiów</b><br>Profil ogólnoakademicki<br><br><b>Forma studiów</b><br>studia niestacjonarne |                                                                                                                                                                      | <b>Cykl kształcenia (nabór)</b><br>2024/25<br><br><b>Kod przedmiotu</b><br>03IMEIMEN.DI2D.2991.24<br><br><b>Języki wykładowe</b><br>polski<br><br><b>Obligatoryjność</b><br>Obligatoryjny specjalnościowy<br><br><b>Blok zajęciowy</b><br>Przedmioty specjalnościowe |                                   |
| <b>Wymagania wstępne</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Znajomość systemu Windows w zakresie pracy z plikami.<br>Znajomość programu Autodesk Inventor w zakresie modelowania bryłowego elementów konstrukcyjnych.            |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |
| <b>Przedmioty wprowadzające</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |
| <b>Koordynator</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Artur Cichański                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |
| <b>Okres</b><br>Semestr 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Forma zaliczenia</b><br>Zaliczenie na ocenę<br><br><b>Forma prowadzenia i godziny zajęć</b><br>Wykład: 9<br>Ćwiczenia laboratoryjne: 9<br>Ćwiczenia projektowe: 9 |                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>3.0 |

### 2. Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                           | Opis efektów uczenia się                                                                                                                                                                   | Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się | Odniesienie do charakterystyk PRK  |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Wiedza:</b>                |                                                                                                                                                                                            |                                                 |                                    |
| W1                            | ma wiedzę o nowoczesnych technikach i oprogramowaniu do wspomagania prac inżynierskich w zakresie konstruowania urządzeń medycznych                                                        | IME_O2_K_W02                                    | P7S_WG P7S_WG_inż                  |
| W2                            | ma wiedzę o metodach usprawniania pracy zespołów inżynierskich w zakresie automatyzacji przygotowania modeli geometrycznych dla obiektów typowych                                          | IME_O2_K_W04                                    | P7S_WK                             |
| W3                            | ma wiedzę w zakresie zastosowania komputerowych metod mechaniki ciała stałego i mechaniki płynów podczas wykonywania obliczeń elementów konstrukcyjnych poddanych różnym rodzajom obciążeń | IME_O2_K_W11                                    | P7S_WG P7S_WG_inż                  |
| W4                            | ma wiedzę w zakresie konstruowania urządzeń medycznych z uwzględnieniem oprogramowania wspomagającego dobór cech konstrukcyjnych i weryfikację konstrukcji                                 | IME_O2_K_W12                                    | P7S_WG P7S_WG_inż                  |
| <b>Umiejętności:</b>          |                                                                                                                                                                                            |                                                 |                                    |
| U1                            | potrafi zaplanować na etapie projektowania analizę konstrukcji z wykorzystaniem zaawansowanego oprogramowania inżynierskiego                                                               | IME_O2_K_U03                                    | P7S_UW P7S_UW_inż                  |
| U2                            | potrafi dokonać doboru cech konstrukcyjnych urządzenia medycznego z użyciem programów CAD z zachowaniem przyjętych kryteriów inżynierskich                                                 | IME_O2_K_U09                                    | P7S_UW P7S_UW_inż<br>P7S_UU P7S_UK |
| U3                            | potrafi przeprowadzić prace badawczo-rozwojowe z użyciem programów CAE do rozwiązywania zadań z zakresu zastosowania inżynierii w medycynie                                                | IME_O2_K_U10                                    | P7S_UW P7S_UW_inż<br>P7S_UU P7S_UK |
| <b>Kompetencje społeczne:</b> |                                                                                                                                                                                            |                                                 |                                    |
| K1                            | rozumie techniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej a przez to ma świadomość własnych ograniczeń i rozumie konieczność współpracy z ekspertami                                  | IME_O2_K_K01                                    | P7S_KK P7S_KO                      |
| K2                            | jest gotów do wzięcia odpowiedzialności za własne działania dzięki znajomości technik CAE wspomagających procesy podejmowania decyzji inżynierskich                                        | IME_O2_K_K04                                    | P7S_KK P7S_KO P7S_KR               |

### 3. Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Formy zajęć             | Efekty uczenia się dla przedmiotu |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1.  | Wprowadzenie do programu SpaceClaim w zakresie interfejsu graficznego. Tworzenie i modyfikowanie szkiców. Tworzenie i modyfikowanie modeli bryłowych. Wprowadzenie do obsługi pakietu Ansys Discovery w zakresie interfejsu graficznego. Ustalanie struktury i wielkości siatki podziału. Kontrola dokładności obliczeń w module siatkowym i bezsiatkowym. Definiowanie warunków brzegowych dla analiz strukturalnych. Prezentacja wyników analiz dla analiz strukturalnych. Przygotowanie modelu geometrycznego i analizy wytrzymałościowej obiektów blaszanych w ujęciu powłokowym. Definiowanie domeny przepływu i nastaw dla analiz CFD. Prezentacja wyników analiz dla analiz CFD. Definiowanie warunków brzegowych dla analiz termicznych. Prezentacja wyników analiz dla analiz termicznych. | Wykład                  | W1, W3, U1, U3, K1, K2            |
| 2.  | Parametryzacja szkiców i modeli w środowisku Autodesk Inventor. Kontrola wartości parametrów za pomocą arkusza kalkulacyjnego. Automatyzacja tworzenia szeregu części typowych. Struktura plików typu iPart. Automatyzacja tworzenia szeregu podzespołów typowych. Struktura plików typu iAssembly. Parametryzacja tworzenia części i podzespołów z użyciem reguł.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Wykład                  | W2, W4, U1, U2, K1                |
| 3.  | Tworzenie szkiców i narzucanie wiązań w środowisku SpaceClaim. Tworzenie obiektów bryłowych za pomocą narzędzia Pull w środowisku SpaceClaim. Modyfikacja obiektów bryłowych za pomocą narzędzia Move w środowisku SpaceClaim. Przygotowanie modelu geometrycznego i kontrola struktury siatki podziału w środowisku Ansys Discovery. Przygotowanie i wykonanie analizy strukturalnej w środowisku Ansys Discovery. Przygotowanie i wykonanie analizy przepływu płynów w środowisku Ansys Discovery. Analizy rozkładu temperatur w elementach chłodzących w środowisku Ansys Discovery.                                                                                                                                                                                                             | Ćwiczenia laboratoryjne | W1, W3, U1, U3, K1, K2            |
| 4.  | Przygotowanie i zastosowanie pliku iPart dla generatora części. Przygotowanie i zastosowanie pliku iPart dla kreatora typoszereregu elementów konstrukcyjnych. Przygotowanie i zastosowanie kreatora pliku iAssembly dla kreatora podzespołów typowych. Przygotowanie kreatora iLogic dla kreatora podzespołów nietypowych. Automatyczne przygotowanie dokumentacji rysunkowej dla wariantów konstrukcji utworzonych z użyciem kreatora podzespołów nietypowych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ćwiczenia projektowe    | W2, W4, U1, U2, K1                |

#### 4. Metody prowadzenia zajęć, weryfikacji efektów uczenia się i warunki zaliczenia

|             |  |
|-------------|--|
| Forma zajęć |  |
|-------------|--|

|                         |                                                                                                                                   |  |                |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------|
| Wykład                  | <b>Metody prowadzenia zajęć:</b>                                                                                                  |  |                |
|                         | Wykład                                                                                                                            |  |                |
|                         | <b>Metody (sposoby) weryfikacji:</b>                                                                                              |  | <b>Udział:</b> |
|                         | Sprawdzian zdolności metodycznych i umiejętności technicznych                                                                     |  | 100%           |
|                         | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu:</b>                                                                                             |  |                |
|                         | Zaliczenie kolokwium obejmującego rozwiązanie w laboratorium komputerowym wskazanego problemu z użyciem programu Ansys Discovery. |  |                |
| Ćwiczenia laboratoryjne | <b>Metody prowadzenia zajęć:</b>                                                                                                  |  |                |
|                         | Ćwiczenia laboratoryjne                                                                                                           |  |                |
|                         | <b>Metody (sposoby) weryfikacji:</b>                                                                                              |  | <b>Udział:</b> |
|                         | Sprawozdanie                                                                                                                      |  | 100%           |
|                         | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu:</b>                                                                                             |  |                |
|                         | Zaliczenie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.                                                                                  |  |                |
| Ćwiczenia projektowe    | <b>Metody prowadzenia zajęć:</b>                                                                                                  |  |                |
|                         | Projekt                                                                                                                           |  |                |
|                         | <b>Metody (sposoby) weryfikacji:</b>                                                                                              |  | <b>Udział:</b> |
|                         | Projekt                                                                                                                           |  | 100%           |
|                         | <b>Warunki zaliczenia przedmiotu:</b>                                                                                             |  |                |
|                         | Przygotowanie projektu pliku iPart dla kreatora typoszeregu wskazaanych obiektów technicznych                                     |  |                |

| Efekt uczenia się dla przedmiotu | <b>Metody (sposoby) weryfikacji</b>                           |              |         |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------|---------|
|                                  | Sprawdzian zdolności metodycznych i umiejętności technicznych | Sprawozdanie | Projekt |
| W1                               | x                                                             | x            | x       |
| W2                               |                                                               |              | x       |
| W3                               | x                                                             | x            |         |
| W4                               |                                                               |              | x       |
| U1                               | x                                                             | x            |         |
| U2                               |                                                               |              | x       |
| U3                               | x                                                             | x            |         |
| K1                               | x                                                             | x            |         |
| K2                               | x                                                             | x            |         |

## 5. Literatura

### Literatura podstawowa

1. Rakowski G., 2016, Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
2. Krześciński G., Zagrajek T., Marek P., Borkowski P., 2022, Metoda elementów skończonych w mechanice materiałów i konstrukcji. Rozwiązanie wybranych zagadnień za pomocą systemu ANSYS, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej

### Literatura uzupełniająca

1. Steven Chapra, Raymond Canale, Numerical Methods for Engineers, McGraw Hill Education, 2015

## 6. Nakład pracy studenta - bilans godzin i punktów ECTS

| Aktywność studenta                                                                                        |                             | Obciążenie studenta<br>Liczba godzin |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Zajęcia prowadzone z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innych osób prowadzących zajęcia | Wykład                      | 9                                    |
|                                                                                                           | Ćwiczenia laboratoryjne     | 9                                    |
|                                                                                                           | Ćwiczenia projektowe        | 9                                    |
| Praca własna studenta                                                                                     | Konsultacje                 | 10                                   |
|                                                                                                           | Przygotowanie do zaliczenia | 15                                   |
|                                                                                                           | Przygotowanie sprawozdania  | 10                                   |
|                                                                                                           | Studiowanie literatury      | 13                                   |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b>                                                                       |                             | 75                                   |
| <b>Liczba punktów ECTS</b>                                                                                |                             | 3                                    |

\* Godzina (dydaktyczna) oznacza 45 minut