

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim :	METODY NUMERYCZNE W BIOMECHANICE
Nazwa w języku angielskim:	NUMERICAL METHODS IN BIOMECHANICS
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA
Specjalność (jeśli dotyczy):	BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu	ARM005303W, ARM005303P
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			90	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			3	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,6			2	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Zaliczone kursy:

1. Biomechanika Inżynierska (MDM000146W)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Uzyskanie wiedzy o podstawach teoretycznych metody elementów skończonych (MES).
- C2 Uzyskanie wiedzy i umiejętności pozwalających na praktyczne zastosowanie MES do analizy stanu odkształcenia i naprężenia w elementach konstrukcyjnych (implantach) i elementach układu kostnego.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK-W01 Ma podstawową wiedzę o metodzie elementów skończonych.

PEK-W02 Ma wiedzę o zasadach tworzenia modeli numerycznych obiektów inżynierskich i biomechanicznych oraz definiowania warunków brzegowych dla takich modeli.

Z zakresu umiejętności:

PEK-U01 Potrafi opracować modele numeryczne prostych elementów konstrukcyjnych i fragmentów układu kostnego.

PEK-U02 Potrafi przeprowadzić obliczenia MES i dokonać podstawowej analizy wyników uzyskanych w programie Ansys.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK-K01 Ma świadomość roli inżyniera w rozwoju cywilizacyjnym.

PEK-K02 Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera i rozumie związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawy teoretyczne MES.	2
Wy2	Wyznaczenie podstawowych zależności metody elementów skończonych oraz ich postaci w zadaniach inżynierii biomedycznej.	2
Wy3	Klasyfikacja elementów skończonych, wyznaczenie ich macierzy sztywności, zastosowanie poszczególnych typów elementów w modelach elementów anatomicznych .	2
Wy4	Metody rozwiązywania układów równań zadania metody elementów skończonych.	2
Wy5	Analiza błędów i zbieżności rozwiązań w metodzie elementów skończonych.	2
Wy6	Weryfikacja wyników obliczeń MES.	2
Wy7	Zastosowanie metody elementów skończonych w analizach z zakresu inżynierii biomedycznej.	3
Suma godzin		15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zadanie 1 – <u>modelowanie układów płaskich</u> Tworzenie geometrii modelu dwuwymiarowego prostego elementu konstrukcyjnego, dobór rodzaju elementu skończonego, dyskretyzacja modelu.	3
Pr 2	Zadanie 1. Definiowanie stałych materiałowych i warunków brzegowych. Określenie parametrów modułu obliczeniowego. Analiza wyników obliczeń.	3
Pr 3	Zadanie 2 – <u>modelowanie prostych układów trójwymiarowych.</u> Opracowanie założeń do budowy trójwymiarowego modelu numerycznego układu stabilizator płytkowy ZESPOL – odłamy kostne. Określenie wymiarów, rodzaju i wartości obciążenia, zbioru parametrów mechanicznych przewidzianych do analizy.	3
Pr 4	Zadanie 2. Określenie uproszczeń przyjętych w modelu i ich uzasadnienie merytoryczne. Tworzenie geometrii płytki stabilizatora; zapis procedury generującej geometrię w postaci pliku wsadowego.	3
Pr 5	Zadanie 2.	3

	Tworzenie geometrii wkrętów kostnych. Opracowanie koncepcji połączenia wkrętów z płytką stabilizatora.	
Pr 6	Zadanie 2. Tworzenie geometrii odłamów kostnych. Opracowanie połączenia odłamów z wkrętami kostnymi. Wybór typu elementu skończonego, dyskretyzacja modelu.	3
Pr 7	Zadanie 2. Zdefiniowanie warunków brzegowych dla opracowanego modelu geometrycznego układu: stabilizator ZESPOL – odłamy kostne. Przeprowadzenie obliczeń dla wybranego stanu obciążenia.	3
Pr 8	Zadanie 2. Kontynuacja obliczeń. Opracowanie wyników obliczeń, wyznaczenie wartości odkształceń i naprężeń w analizowanym modelu.	3
Pr 9	Zadanie 3 – <u>modelowanie złożonych geometrycznie elementów, implantów układu kostno – stawowego (indywidualne zadania dla każdego studenta)</u> Opracowanie założeń do budowy trójwymiarowego modelu numerycznego wybranego implantu. Identyfikacja geometrii rzeczywistego implantu, topografii powierzchni, rodzaju materiału, a także funkcjonalności poszczególnych fragmentów implantu. Opracowanie strategii budowy modelu.	3
Pr 10	Zadanie 3. Określenie uproszczeń przyjętych w modelu i ich uzasadnienie merytoryczne. Określenie wymiarów, rodzaju i wartości obciążenia, zbioru parametrów mechanicznych przewidzianych do analizy. Tworzenie geometrii implantu; zapis procedury generującej geometrię w postaci pliku wsadowego.	3
Pr 11	Zadanie 3. Kontynuacja prac nad modelem geometrycznym implantu.	3
Pr 12	Zadanie 3. Kontynuacja prac nad modelem geometrycznym implantu.	3
Pr 13	Zadanie 3. Wybór typu elementu skończonego. Podział geometrii modelu na siatkę elementów skończonych, zróżnicowanie gęstości siatki, optymalizacja siatki.	3
Pr 14	Zadanie 3. Zdefiniowanie warunków brzegowych dla opracowanego modelu Przeprowadzenie obliczeń MES dla wybranego stanu obciążenia.	3
Pr 15	Zadanie 3. Opracowanie wyników obliczeń, wyznaczenie wartości odkształceń i naprężeń w skali globalnej modelu, wyznaczenie wartości analizowanych parametrów we wskazanych przekrojach. Sformułowanie wniosków.	3
	Suma godzin	45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacje multimedialne. N2. Komputer, oprogramowanie Ansys

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (wykład)

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02	Ocena z kolokwium
P = F1		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (projekt)

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01	Ocena z Zadania 1
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01 PEK_K02	Ocena z Zadania 2
F3	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_U02 PEK_K01 PEK_K02	Ocena z Zadania 3
P=1/5F1 + 1/5F2 + 3/5F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T., Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych. Ofic. Wyd. PWr., Wrocław 2000.
- [2] Rusiński E., Metoda elementów skończonych. WKŁ, Warszawa 1994.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Zagrajek T., Krzesiński G., Marek P., Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji. Ćwiczenia z zastosowaniem systemu ANSYS. Ofic. Wyd. PW, Warszawa 2005.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Jarosław Filipiak, jaroslaw.filipiak@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Metody numeryczne w biomechanice
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Biomedyczna
I SPECJALNOŚCI Biomechanika Inżynierska

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K1IBM_W09_S1BIN	C1	Wy1-Wy7	N1
PEK_W02	K1IBM_W11_S1BIN	C1, C2	Wy1-Wy7 Pr1-Pr15	N1, N2
PEK_U01 (umiejętności)	K1IBM_U14_S1BIN	C1, C2	Pr1-Pr15	N1, N2
PEK_U02	K1IBM_U15_S1BIN	C1, C2	Pr1-Pr15	N1, N2
PEK_K01 (kompetencje)	K1IBM_K07	C1, C2	Pr1-Pr15	N1, N2
PEK_K02	K1IBM_K02	C1, C2	Pr1-Pr15	N1, N2

** - z tabeli powyżej