

Design of Biomechanical Systems - course description

General information	
Course name	Design of Biomechanical Systems
Course ID	06.9-WM-IB-P-54_19
Faculty	Faculty of Mechanical Engineering
Field of study	Biomedical Engineering
Education profile	academic
Level of studies	First-cycle studies leading to Engineer's degree
Beginning semester	winter term 2023/2024

Course information	
Semester	5
ECTS credits to win	7
Course type	optional
Teaching language	polish
Author of syllabus	dr inż. Agnieszka Mackiewicz

Classes forms					
The class form	Hours per semester (full-time)	Hours per week (full-time)	Hours per semester (part-time)	Hours per week (part-time)	Form of assignment
Lecture	30	2	-	-	Exam
Laboratory	30	2	-	-	Credit with grade
Project	15	1	-	-	Credit with grade

Aim of the course

Celem kształcenia jest nabycie przez studentów umiejętności w zakresie prowadzenia analiz obciążeniowo-anatomicznych elementów układu kostno-mięśniowego człowieka. Projektowanie modeli wyrobów medycznych i ich testowanie biomechaniczne pod kątem oceny funkcjonalności.

Prerequisites

Znajomość zagadnień z zakresu mechaniki i wytrzymałości materiałów, biomechaniki inżynierskiej, rysunku technicznego i podstaw projektowania oraz podstaw statystyki i analizy matematycznej.

Scope

Wykład:

- Podstawy projektowania z wykorzystaniem oprogramowania inżynierskiego typu CAD (2h).
- Podstawy wytrzymałości materiałów - wytrzymałość na zginanie, skręcanie i naciski powierzchniowe, wytrzymałość na rozciąganie, ściskanie oraz wyboczenie na przykładzie układu implant-kość/staw (2h).
- Podstawy konstrukcji maszyn - połączenia rozłączne i nierozłączne (śrubowe, nitowe, spawane, zgrzewane, klejone) w elementach implantów i protez (2h).
- Podstawy teorii maszyn i mechanizmów w układach biomechanicznych – łańcuchy kinematyczne, dźwignie biomechaniczne; budowanie układów równań z wykorzystaniem wektorów w parach kinematycznych (np. w stawie człowieka) (4h).
- Metody doświadczalne/badawcze w biomechanice. Aparatura badawcza. Oprzyrządowanie badawcze (4h).
- Metody diagnostyczne w chirurgii (2h).
- Biomechanika biernego narządu ruchu – kości, morfologia i fizjologia kości, biomechaniczne procesy dostosowawcze, modelowanie struktury kości, wytrzymałość mechaniczna kości, zmiany wytrzymałości strukturalnej kości (4h).
- Biomechanika stawów – anatomia połączeń stawowych, charakterystyka ruchów stawowych, patologiczne zmiany, fizjologiczne mechanizmy zabezpieczające. Biomechanika mięśni – struktura mięśnia szkieletowego, charakterystyki mechaniczne mięśnia, kontrola aktywności mięśnia, ocena stanu funkcjonalnego mięśni (2h).
- Biomechanika ruchu człowieka i zwierzęcia – parametry i fazy chodu, parametry kinematyczne i kinetyczne lokomocji. Biomechanika postawy stojącej - ocena stabilności postawy, zaburzenia stabilności postawy, rola układów sensorycznych (2h).
- Zastosowanie metod numerycznych w rozwiązywaniu problemów wytrzymałości połączenia implant/endoproteza-staw/kość (2h).
- Etapy modelowania matematycznego z wykorzystaniem oprogramowania inżynierskiego (2h).
- Modele numeryczne układów biomechanicznych w ujęciu liniowym i nieliniowym. (2h)

Laboratorium:

- Wykorzystanie oprogramowania inżynierskiego ze środowiska CAD w modelowaniu układów biomechanicznych (6h).
- Wykorzystanie oprogramowania do modelowania zagadnień inżynierskich wykorzystującego metodę elementów skończonych (8h).
- Projektowanie modeli elementów wyrobów medycznych (implant, proteza) (4h).
- Obliczenia wytrzymałościowe (rozciąganie, ściskanie i wyboczenie, zginanie, skręcanie i naciski powierzchniowe) dotyczące wytypowanych elementów konstrukcyjnych wyrobów medycznych (2h).
- Analiza biomechaniki i kinematyki wytypowanego stawu; budowanie układów równań z wykorzystaniem wektorów (2h).
- Poznanie oprogramowania związanego z realizacją prac badawczych na maszynie wytrzymałościowej, planowanie eksperymentu (4h).
- Analiza korekcji stanów patologicznych zniekształceń kończyny dolnej. Wpływu określonej techniki leczenia na korektę dysfunkcji (np. szpotawości w stawie kolanowym, zwyrodnienie krążków międzykręgowych kręgosłupa) (4h)

Projekt:

- Projektowanie wytypowanego układu biomechanicznego (implant lub proteza w połączeniu z stawem), optymalizacja konstrukcji (6h).
- Opracowanie geometrii układu stawowego na podstawie obrazów medycznych (2h).
- Modelowanie wytypowanego stawu/części układu kostnego człowieka lub zwierzęcia, symulacje stanu prawidłowego i patologicznej deformacji stawu/kości (2h).
- Obliczenia inżynierskie układu analiza stanów naprężeń i odkształceń w układzie implant-kość lub proteza/staw (3h).
- Wykonanie dokumentacji konstrukcyjnej z doбором: biomateriału, technologii produkcji i wykończenia powierzchni (2h).

Teaching methods

Wykład informacyjny z wykorzystaniem technik aktywizujących.

Laboratorium: Studenci realizują zadane ćwiczenia laboratoryjne indywidualnie lub w zespołach 2-osobowych z wykorzystaniem oprogramowania CAD oraz oprogramowania wspomagającego obliczenia inżynierskie. Celem poszczególnych ćwiczeń jest rozwiązanie konkretnego problemu z zakresu układów biomechanicznych poprzedzonego samodzielną analizą stanu wiedzy zagadnienia, obliczeniami analitycznymi i weryfikacją numeryczną. W efekcie student przedstawia sprawozdanie z uzyskanych wyników oraz odniesienia rezultatów do aktualnego stanu wiedzy.

Projekt wykonywany w grupach (nie przekraczających 3 osób) poprzez opracowanie dokumentacji wytypowanego układu biomechanicznego. W ramach projektu przedstawienie na forum etapów rozplanowania realizacji – diagnoza problemu, ścieżki poszukiwania rozwiązań – wskazanie układu i optymalizacja rozwiązania. Opracowanie pełnej inżynierskiej dokumentacji przy wsparciu dyskusyjnym prowadzącego i pozostałych grup studentów.

Learning outcomes and methods of theirs verification

Outcome description	Outcome symbols	Methods of verification	The class form
Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich związanych z Inżynierią biomedyczną.	• K_W19	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Potrafi określić własności biomechaniczne połączenia implant-kości, zbadać stan naprężeń/przemieszczeń w stabilizatorze zewnętrznym (prętowym lub płytkowym), zbadać siły utwardzenia wytypowanych elementów implantowych w kości zwierzęcej/materiale symulującym kość.	• K_W10	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Potrafi dobierać i stosować odpowiednie aplikacje komputerowe do obliczeń, symulacji, projektowania i weryfikacji rozwiązań w zakresie związanym z Inżynierią biomedyczną.	• K_U11 • K_U21	• a preparation of a project • an observation and evaluation of the student's practical skills • carrying out laboratory reports	• Laboratory • Project
Potrafi dokumentować przebieg pracy w postaci protokołu z badań lub pomiarów oraz opracować wyniki prac i przedstawić je w formie czytelnego sprawozdania.	• K_U15	• a preparation of a project • carrying out laboratory reports	• Laboratory • Project
Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę szczegółową związaną z niektórymi obszarami inżynierii biomedycznej w zakresie projektowania materiałowego i technologicznego maszyn i urządzeń mechanicznych, układów mechanicznych oraz systemów wytwórczych.	• K_W10	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Potrafi dobrać i zastosować odpowiednie metody obliczeniowe do rozwiązywania zadań inżynierskich związanych z Inżynierią biomedyczną.	• K_U14 • K_U27	• a preparation of a project • a project • an observation and evaluation of the student's practical skills • carrying out laboratory reports	• Laboratory • Project
Ma podstawową wiedzę w zakresie maszynoznawstwa, zapisu konstrukcji i podstaw projektowania maszyn jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z Inżynierią biomedyczną.	• K_W19	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Ma podstawową wiedzę w zakresie mechaniki, wytrzymałości i projektowania elementów maszyn i układów mechanicznych jako dyscypliny inżynierskiej powiązanej z Inżynierią biomedyczną.	• K_W08	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture

Assignment conditions

Wykład: Warunkiem zaliczenia części wykładowej jest uzyskanie pozytywnej oceny z pisemnych odpowiedzi na pytania egzaminacyjne dotyczące teoretycznych zagadnień przedmiotu.

Laboratorium: Na ocenę z laboratorium składa się weryfikacja wstępnego przygotowania studenta do zajęć z materiałów udostępnionych przez prowadzącego, realizacja zdanych zagadnień oraz sprawozdań/raportów będących efektem wykonania wszystkich przewidzianych ćwiczeń (średnia arytmetyczna z ocen cząstkowych)

Projekt: Ocena z projektu jest określana na podstawie średnie arytmetycznej z ocen cząstkowych z poszczególnych etapów wykonanego przez studenta projektu. Oceniana jest również trafności doboru użytych technik i metod oraz jakości wykonania projektu całościowo.

Ocena końcowa jest średnią ważoną: 40% - ocena z wykładu, 25% ocena z laboratorium, 35% ocena z projektu

Recommended reading

- Bober T., Zawadzki J.: Biomechanika układu ruchu człowieka, Wydawnictwo BK, Wrocław 2006.
- Błaszczyk J. W.: Biomechanika kliniczna, PWWL, Warszawa, 2004.
- Ethier C.R., Simmons C.A.: Introductory Biomechanics, Cambridge University Press, 2008.
- Gzik M.: Biomechanika kręgosłupa człowieka, Politechnika Śląska, Gliwice 2007.
- Będziński R.: Biomechanika Inżynierska, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- Będziński R., „Biomechanika tom12 Mechanika techniczna”, IPPT PAN, Warszawa 2011
- Praca zbiorowa pod red. M. Nałęcza: Biomechanika i Inżyniera Rehabilitacyjna, EXIT, Warszawa 2004.
- Erdmann W.S.: Biomechanika. Przewodnik do ćwiczeń. 1999, Gdańsk.
- Tejszerska D., Świtoński E. (Red.): Biomechanika inżynierska. Zagadnienia wybrane. Laboratorium (Wyd. I, 2004).
- Babiuch M.: SolidWorks 2006 w praktyce, Helion, 2007. 11. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2003.
- Osiński Z. (pod red.): Podstawy konstrukcji maszyn, PWN 2003.
- Mazanek E. (pod red.): Przykłady obliczeń z podstaw konstrukcji maszyn, t.1,2, WNT 2005.
- Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K., Teoria mechanizmów i manipulatorów, WNT 2002

Further reading

- Normy.
- Czasopisma z zakresu biomechaniki (Elektroniczna Baza Czasopism UZ).

Notes

Modified by dr hab. inż. Tomasz Klekiel, prof. UZ (last modification: 23-03-2023 09:06)

Generated automatically from SylabUZ computer system