**Nazwa przedmiotu:**

BIM - modelowanie i obliczanie konstrukcji II

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Zbigniew Kacprzyk, mgr inż. Przemysław Czumaj

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty do wyboru

**Kod przedmiotu:**

1080-BU000-MSP-0565

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Razem 50 godzin = 2 ECTS: ćwiczenia komputerowe 30 godz.,przygotowanie do zajęć, prace zaliczeniowe 20 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

Razem 50 godzin = 2 ECTS: ćwiczenia komputerowe 30 godzin, sprawdzanie prac studentów 20 godzin + konsultacje.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

Razem 50 godzin = 2 ECTS: ćwiczenia komputerowe 30 godz.,przygotowanie do zajęć, prace zaliczeniowe 20 godz.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 0h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 30h |

**Wymagania wstępne:**

Przedmiot przeznaczony jest dla studentów zainteresowanych komputerowym wspomaganiem projektowania konstrukcji w środowisku BIM. Zalecany dla studentów wszystkich specjalności.

**Limit liczby studentów:**

60 osób

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest omówienie podstawowych zasad modelowania konstrukcji budowlanych: konstrukcji prętowych (2D, 3D) i powierzchniowych (płyty, powłoki), definicji i klasyfikacji obciążeń, kombinacji obciążeń. Program nauczania obejmuje kurs użytkowania programu Autodesk Robot Structural Analysis Professional, obliczenia statyczne i dynamiczne, krytyczną interpretację wyników, automatyzację przygotowania modelu obliczeniowego na podstawie modelu 3D+ BIM. Po zaliczeniu przedmiotu student powinien umieć zastosować zdobytą wiedzę w pracy zawodowej, dalszych studiach oraz umieć krytycznie ocenić poprawność i wiarygodność obliczeń komputerowych.

**Treści kształcenia:**

• Klasyfikacja ustrojów konstrukcyjnych; modele obliczeniowe budowli - podstawowe pojęcia, ograniczenia programów komputerowych (analiza liniowa a nieliniowa), obliczenia statyczne i dynamiczne; programy komputerowe dedykowane obliczeniom konstrukcji budowlanych.
• Pojęcie elementu skończonego i podziału konstrukcji na elementy, kiedy obliczenia MESem są przybliżone, itp.
• Podstawy pracy z programem Robot Structural Analysis - typy zadań, materiały, normy, dokładność, jednostki, ... .
• Konstrukcje prętowe – płaskie (2D) i przestrzenne (3D); definicja prętów, modelowanie połączeń (węzłów) i podpór, materiały, charakterystyki przekroju.
• Obciążenia konstrukcji - rodzaje obciążeń, obciążenia powierzchniowe i liniowe, kombinacje.
• Konstrukcje powierzchniowe - definicja geometrii płyt i powłok (kiedy płyta a kiedy powłoka): definicja konturów, otworów, definicja materiału; podpory (podpory punktowe, słupy, liniowe, powierzchniowe); podział na elementy skończone (tzw. siatkowanie) konstrukcji płytowych – różne metody podziału, adaptacja (zagęszczanie), siatki (ręczne i automatyczne), siatka regularna, analiza zbieżności wyników dla różnych gęstości i rodzajów siatek.
• Konstrukcje prętowo-powierzchniowe, zasady modelowania, pojęcie offsetu, ograniczenia w modelowaniu.
• Model BIM 3D, model analityczny BIM, metody przekazywania modeli w BIM, formaty danych.
• Problemy automatyzacji obliczeń na podstawie modelu BIM, współosiowość elementów konstrukcji.
• Krytyczna ocena wyników dla konstrukcji prętowych i płytowych – interpretacja sił i reakcji; wykresy sił, przemieszczeń i reakcji; mapy, izolinie i wartości w elementach skończonych. Ocena wiarygodności wyników.
• Wymiarowanie wg. Eurokodów.
W czasie zajęć przekazana zostanie elementarna wiedza z zakresu stosowanej metody obliczeniowej przez system Robot Structural Analysys umożliwiająca zrozumienie ogólnych zasad modelowania i umiejętnej (odpowiedzialnej) interpretacji wyników. Bez tej podstawowej wiedzy stosowanie programu typu Robot jest ryzykowne - użytkownik nie umie sprawdzić poprawności przyjętego modelu i poprawności wyników.
Harmonogram zajęć:
1. Wprowadzenie do zajęć, omówienie regulaminu przedmiotu.
Samodzielne zadanie – modelowanie 3D prostej konstrukcji z zadanego tematu.
2. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Zaawansowane opcje programu Revit 2020.
3. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Modelowanie 3D stropu opartego na słupach i ścianach, działanie z modelem analitycznym, tymczasowe szablony widoku, zadawanie obciążeń i transfer do Robota, obliczenia w Robocie – statyka.
4. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Modelowanie 3D: dodanie kolejnych elementów do modelu stropu – np. belek, łączenie geometrii, zmiana kolejności łączenia, utworzenie grupy elementów (cała kondygnacja), powielenie grup na kolejne kondygnacje, utworzenie dodatkowych typów grup, inne przekroje elementów na wyższych kondygnacjach.
5. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Praca własna: utworzenie modelu analitycznego poprzednio zamodelowanego budynku wielokondygnacyjnego, obliczenia i sprawdzenie poprawności w programie Robot
6. Sprawdzian 1 - stworzenie geometrii w Revicie, obliczenie w Robocie
7. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Wymiarowanie elementów żelbetowych w Robocie
Obliczenia w Robocie c.d. – wyznaczanie ugięcia iteracyjnego, wpływ rozmiaru siatki i zarysowania na ugięcie
Powrót z wynikami z Robota do Revita
8. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Modelowanie zbrojenia – tworzenie w Revicie, import z programu Robot.
9. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Modelowanie zbrojenia cd. / modelowanie konstrukcji stalowych.
10. Prezentacja (15 min.) – podstawy modelowania MES
Modelowanie konstrukcji stalowych cd.
11. Sprawdzian 2 – modelowanie konstrukcji żelbetowych / stalowych.
12. Praca z edytorem rodzin (Revit): stworzenie rodziny słupa o nietypowym przekroju, stworzenie rodziny otworu drzwiowego.
13. Parametry w programie Revit: parametry projektu, parametry współdzielone, automatyczne opisywanie elementów (oznaczenia),zestawienia, tworzenie, sortowanie, uzupełnianie parametrów z poziomu zestawień.
14. Sprawdzian 3 – edytor rodzin, parametry
15. Poprawy, wpisy do indeksu

**Metody oceny:**

Aktywne uczestnictwo w zajęciach oraz wykonanie projektu zaliczeniowego.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

[1] Materiały internetowe dla programu Autodesk Robot Structural Analysis;
[2] Materiały internetowe dla programu Autodesk Revit;
[3] G.Rakowski, Z. Kacprzyk, Metoda Elementów Skończonych w mechanice konstrukcji, OWPW, Warszawa 2016;
[4] Z. Kacprzyk, BIM in structural modeling and calculations. In: Theoretical Foundations of Civil Engineering. Structural Mechanics, VII . Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warsaw 2016, pp. 9-20.;
[5] materiały autorskie na stronie WWW przedmiotu.

**Witryna www przedmiotu:**

bimdesign.il.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

W przedmiocie omawiane są podstawy modelowania konstrukcji budowlanych dla potrzeby procesu BIM. Student otrzyma niezbędną wiedzę z zakresu modelowania geometrycznego i analitycznego konstrukcji. Pozna zasady modelowania, weryfikacji i walidacji. Zapozna się z nowoczesnym oprogramowaniem.

Weryfikacja:

Przedmiot wymaga aktywnego uczestniczenia w zajęciach w pracowni komputerowej oraz wykonania kilku eksperymentów z modelowania i analizy konstrukcji.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W03, T2A\_W05, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

Umiejętność modelowania geometrycznego konstrukcji z wykorzystaniem nowoczesnego oprogramowania. Umiejętność obliczania konstrukcji z weryfikacją i walidacją.

Weryfikacja:

Przedmiot wymaga aktywnego uczestniczenia w zajęciach w pracowni komputerowej oraz wykonania kilku eksperymentów z modelowania i analizy konstrukcji.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U08

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U05