**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowane modelowanie geometryczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Przemysław Siemiński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-ISP-0205

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

1

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

1) Liczba godzin kontaktowych – 16 godz. w tym:
a) laboratorium - 15 godz.;
b) konsultacje - 1 godz.;
2) Praca własna studenta – 14 godz. w tym:
a) bieżące przygotowywanie się studenta do laboratoriów - 5 godz.,
b) studia literaturowe - 9 godz.;
3) RAZEM - 30 godz.

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

0,5 punktu ECTS – liczba godzin kontaktowych - 16, w tym:
a) laboratorium – 15 godz.;
b) konsultacje – 1 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 punkt ECTS – 29 godz., w tym:
a) ćwiczenia laboratoryjne – 15 godz.;
b) przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych – 14 godz.;

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 0h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

• podstawy rysunku technicznego (zaliczone Podstawy zapisu konstrukcji),
• podstawy technologii przemysłowych (zaliczony wykład z Technologii),
• podstawy modelowania geometrycznego w 3D CAD (zaliczone Podstawy modelowania geometrycznego – laboratoria),
• wiedza na temat parametrycznych systemów inżynierskich CAD/CAM/CAE (zaliczone Techniki komputerowe – wykład);

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora

**Cel przedmiotu:**

Zaznajomienie ze wybranymi metodami parametrycznego modelowania 3D w systemach 3D CAD (modelowania siatek trójkątów z chmur punktów, modelowania powierzchniowe, modelowania arkuszy blach), analiz technologiczności w systemach 3D CAM wykorzystujących wirtualne modele bryłowe 3D CAD oraz programowaniem obrabiarek CNC (generowanie ścieżek narzędzi dla frezowania 2,5 i 3-osiowego, symulacja obróbki i analiza kolizji); zasady użycia skanerów 3D do modelowania powierzchni NURBS; wytyczne dot. modelowania geometrii do druku 3D; wytyczne dot. formatu STL.

**Treści kształcenia:**

1. Wprowadzenie do technologii gięcia krawędziowego blach (prezentacje, realne przykłady, filmy, katalogi firm). W systemie 3D CAD modelowanie arkuszy blach kilkoma metodami (m.in. konwertowanie z brył), sprawdzanie poprawności i kolejności zagięć, tworzenie rozwinięć i robienie z nich dokumentacji płaskiej do cięcia skoncentrowanym strumieniem energii (plazmą, wiązką lasera lub wodą) dla narzędziowni w postaci pliku DXF, a następnie sprawdzenie jego skali i zawartości;
2. Wprowadzenie do modelowania powierzchniowego (prezentacja, przykłady). W systemie 3D CAD modelowanie powierzchniowe: tworzenie i edycja obiektów powierzchniowych, tworzenie z nich brył, analiza jakości powierzchni (krzywizna, zebra, mapowanie tekstury), połączenia powierzchni wg: ciągłości geometrii (G0), ciągłości styczności (G1), ciągłości krzywizny (G2) oraz ciągłość gradientu zmian krzywizny (G3);
3. W systemie 3D CAD – analiza technologiczność kształtu bryły. W systemie 3D CAM analiza technologiczność kształtu; opracowywanie obróbek frezarskich dla elementów bryłowych, generowanie ścieżek dla 3-osiowych frezarek CNC (obróbka zgrubna, obróbki powierzchniowe – wierszowanie i profilowanie), symulacja obróbki; analiza kolizji, resztek materiału i jakości powierzchni; generowanie kodu G dla układu sterowania obrabiarki CNC;
4. Inżynieria odwrotna. Ogólne wprowadzenie do inżynierii odwrotnej i metod skanowania 3D. Przykłady zastosowań. Skanowanie 3D modelu redukcyjnego nadwozia samochodu przy pomocy systemu pomiarowego światła białego (np. ScanBright firmy Smarttech) lub skanerem laserowym (np. David Laserscaner) bez lub ze stolikiem obrotowym. Łączenie i obróbka chmur punktów oraz powłokowych siatek trójkątów w systemach 3D CAD (Mesh3D, ScanTo3D w SolidWorks). Rozpinanie powierzchni NURBS na siatkach trójkątów w systemach 3D CAD (np. module ScanTo3D systemu SolidWorks) oraz analiza dokładności odwzorowania geometrii.
5. Druk3D - przegląd technik przyrostowych; dokładny opis FDM/FFF (Fused Deposition Modeling/Fused Filament Fabrication), czyli modelowania ciekłym tworzywem termoplastycznym; opis formatu plików STL (VRML, OBJ); pokazanie wpływu parametrów tolerancji liniowej na dokładność geometrii siatkowej; pokazanie wpływy pochylenia ścian geometrii na generowanie struktur podporowych w metodzie FDM (przykład realizowany w 3D CAD i oprogramowaniu drukarki 3D); pokazanie wpływu orientacji modelu w przestrzeni drukarki 3D na wytrzymałość prototypu (kierunki włókien wypełnienia) i jakość powierzchni (efekt schodkowy); analiza ilości zużycia materiału modelowego i podporowego oraz czas wydruku 3D; pokaz druku 3D.

**Metody oceny:**

Pod koniec każdych zajęć jest ćwiczenie zaliczające na ocenę. Każdy student robi je osobiście i jak skończy zgłasza prowadzącemu celem ocenienia. Ocena jest wpisywana na listę ocen. Brak pozytywnego zaliczenia można nadrobić przychodząc na inne zajęcia i zaliczając tylko ćwiczenie zaliczające.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Augustyn K.: EdgeCAM: komputerowe wspomaganie wytwarzania. Wyd. Helion, Gliwice 2007.
2. Budzik G., Siemiński P. Techniki przyrostowe. Druk 3D. Drukarki 3D. Wyd. Oficyny PW, Warszawa 2015.
3. Narzędzi do pras krawędziowych. Katalog firmy Plasmet. Przemyśl, 2016.
4. Chlebus E.: Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji. WNT, Warszawa 2000.
5. Kęska P.: SolidWorks 2013. Konstrukcje spawane. Arkusze blach. Projektowanie w kontekście złożenia. Wyd. CADvantage, Warszawa 2013.
6. Kęska P.: SolidWorks 2014. Modelowanie powierzchniowe. Narzędzia do form. Rendering i wizualizacje. Wyd. CADvantage, Warszawa 2014.
7. Sobolewski J. (red.), Siemiński P., Sobieszczański J.: Techniki wytwarzania - projektowanie procesów technologicznych, Politechnika Warszawska Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych, Warszawa 2012.
8. Siemiński P.: Inżynieria odwrotna. Politechnika Warszawska, Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych. 2010.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_W1:**

Student posiada wiedzę na temat metod modelowania i analizy arkuszy blach w danym systemie 3D CAD.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W07, KMiBM\_W08, KMiBM\_W09, KMiBM\_W10, KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, InzA\_W04, T1A\_W09, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W04, InzA\_W05, T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_W2:**

Student posiada wiedzę na temat modelowania i łączenia powierzchni wg: ciągłości geometrii (G0), ciągłości styczności (G1) i ciągłości krzywizny (G2) realizowaną w danym systemie 3D CAD.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W07, KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, InzA\_W04, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_W3:**

Student posiada wiedzę na temat analizy technologiczności kształtu brył za pomocą narzędzi danym systemie 3D CAD i 3D CAM oraz wiej jakie są zasady programowania obróbki zgrubnej (objętościowej) dla frezowania na obrabiarkach CNC frezami palcowymi.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W08, KMiBM\_W09, KMiBM\_W10, KMiBM\_W11, KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W09, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W04, InzA\_W05, T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W01, T1A\_W02, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_W4:**

Student posiada podstawową wiedzę na temat zasad użycia optycznych skanerów 3D oraz metod otrzymywania siatek trójkątów z chmur punktów, a z potem uzyskiwania z nich powierzchni NURBS w danym systemie 3D CAD.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W07, KMiBM\_W10, KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, InzA\_W04, T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_W5:**

Student posiada podstawową wiedzę na temat technik przyrostowych (szczególnie o FDM), wie co to jest i jak zbudowany jest format pliku STL; wie jak wpływają parametry odchylenia liniowego i kątowego na generowaną siatkę trójkątów z brył; wie jaki jest wpływy pochylenia ścian geometrii na generowanie struktur podporowych w danym systemie 3D CAM.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W09, KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W04, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_U1:**

Student potrafi opracowywać (w danym systemie 3D CAD) rozłożenia blach.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U06, KMiBM\_U08, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U16, InzA\_U08, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_U2:**

Student potrafi zamodelować (w danym systemie 3D CAD) powierzchnie NURBS połączone ze sobą wg: ciągłości geometrii (G0), ciągłości styczności (G1) i ciągłości krzywizny (G2).

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U18, KMiBM\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16, T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U07, InzA\_U05

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_U3:**

Student potrafi przeprowadzić analizy technologiczności kształtu brył za pomocą narzędzi w danym systemie 3D CAD i 3D CAM oraz umie opracować program obróbki zgrubnej (objętościowej) dla frezowania na obrabiarkach CNC frezami palcowymi.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U06, KMiBM\_U08, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U16, InzA\_U08, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.:**

Student potrafi zamodelować (w danym systemie 3D CAD) siatkę trójkątów z chmury punktów oraz później uzyskać z nich parametryczną powierzchnię NURBS.

Weryfikacja:

1150-MB000-ISP-0207\_U4

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_U5:**

Student potrafi wygenerować (w danym systemie 3D CAD) z modelu bryłowego poprawny plik STL do drukowania 3D oraz potrafi sprawdzić (w danym systemie 3D CAM) zorientować go tak, aby jak najkrócej był wytwarzany na maszynach prototypujących w technologii FDM oraz aby minimalizować zużycie materiału podporowego.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U06, KMiBM\_U08, KMiBM\_U15, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U11, T1A\_U16, InzA\_U08, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MB000-ISP-0207\_K1:**

Umie opracować wskazane zadanie i przedstawić jego wynik prowadzącemu celem wystawienia oceny końcowej danego ćwiczenia.

Weryfikacja:

Ocena zadania wykonywanego przez studenta w trakcie ćwiczeń.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K02, KMiBM\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, InzA\_K01, T1A\_K06