

**Program studiów**

# **mechanika i budowa maszyn**

**drugiego stopnia**

Cykl kształcenia: 2019/2020

Profil studiów: praktyczny



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	<b>mechanika i budowa maszyn</b>
Poziom studiów	<b>drugiego stopnia</b>
Profil studiów	<b>praktyczny</b>

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
<b>inżynieria mechaniczna</b>	<b>90 %</b>

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
<b>inżynieria materiałowa</b>	<b>10 %</b>

Liczba semestrów	<b>3</b>
Specjalności realizowane na kierunku	studia stacjonarne: R - Robotyzacja i organizacja procesów wytwarzania W - Informatyczne wspomaganie procesów wytwarzania studia niestacjonarne: R - Robotyzacja i organizacja procesów wytwarzania W - Informatyczne wspomaganie procesów wytwarzania
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>90</b>
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: R - Robotyzacja i organizacja procesów wytwarzania: <b>930</b> W - Informatyczne wspomaganie procesów wytwarzania: <b>930</b> studia niestacjonarne: R - Robotyzacja i organizacja procesów wytwarzania: <b>650</b> W - Informatyczne wspomaganie procesów wytwarzania: <b>650</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	

## 2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Ma poszerzoną i pogłębiłą wiedzę w zakresie matematyki stosowanej, fizyki i chemii. W tym: – metody matematyczne wykorzystywane m.in. do realizacji obliczeń komputerowych oraz opisu zagadnień mechaniki analitycznej i dynamiki maszyn, – wiedzę niezbędną do rozumienia zjawisk fizycznych mających istotny wpływ na budowę i eksploatację maszyn, – wiedzę niezbędną do zrozumienia przemian energetycznych, zjawisk wymiany ciepła zachodzących w maszynach i urządzeniach oraz w nowoczesnych technologiach wytwarzania i kształtowania materiałów inżynierskich, – wiedzę w zakresie nowoczesnych metod wytwarzania, organizacji produkcji i doboru materiałów inżynierskich stosowanych w budowie i eksploatacji maszyn.	<b>P7S_WG</b>
K_W02	Zna trendy rozwojowe i najważniejsze nowe osiągnięcia w dziedzinie mechaniki oraz budowy i eksploatacji maszyn. W tym: – zintegrowanych systemów wytwarzania, – automatyzacji i robotyzacji produkcji, – sterowania, – produkcji odchudzonej, – systemów wirtualnych i technologii IT, – współczesnych metod badawczych.	<b>P7S_WK</b>
K_W03	Ma pogłębiłą i uporządkowaną wiedzę w zakresie metod i systemów komputerowego wspomaganie wykorzystywanych w budowie maszyn ze szczególnym uwzględnieniem: – modelowania MES, – projektowania CAD, – wytwarzania CAM, – projektowania narzędzi i oprzyrządowania, – sterowania przepływem produkcji.	<b>P7S_WG</b>
K_W04	Zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji związane z prawnymi i etycznymi aspektami wykorzystywania technologii i procesu produkcji.	<b>P7S_WK</b>
K_W05	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie wymiany informacji i zarządzania życiem produktu.	<b>P7S_WG</b>
K_W06	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu przedsiębiorczości.	<b>P7S_WK</b>
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej w zakresie studiowanego kierunku studiów, potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	<b>P7S_UW</b>
K_U02	Posługuje się językiem obcym w stopniu wystarczającym do porozumiewania się w obszarze techniki, czytania ze zrozumieniem literatury fachowej oraz przedstawiania zagadnień w zakresie mechaniki i budowy maszyn zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	<b>P7S_UK</b>
K_U03	Potrafi działać w grupie oraz kierować pracą zespołu realizującego zadania z zakresu wybranej specjalności.	<b>P7S_UO</b>
K_U04	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.	<b>P7S_UU</b>
K_U05	Potrafi formułować oraz testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi wykorzystując narzędzia analityczne, symulacyjne i eksperymentalne.	<b>P7S_UW</b>
K_U06	Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich - integrować wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla mechaniki i budowy maszyn oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne.	<b>P7S_UW</b>
K_U07	Potrafi krytycznie przeanalizować istniejące w dziedzinie mechaniki i budowy maszyn rozwiązania techniczne urządzeń i procesów technologicznych oraz zaproponować ich ulepszenia (usprawnienia).	<b>P7S_UW</b>
K_U08	W oparciu o zadaną specyfikację potrafi zaprojektować złożone urządzenie, obiekt, system lub proces, związane z mechaniką i budową maszyn. Umie zrealizować wybrane elementy projektu z wykorzystaniem odpowiednio dobranych metod i narzędzi. Potrafi przystosować istniejące lub opracować nowe narzędzia do rozwiązania zadania inżynierskiego.	<b>P7S_UW</b>
K_U09	Potrafi realizować zadania inżynierskie w oparciu o dyrektywy i normy, przy wykorzystaniu technologii i metod odpowiadających studiowanej specjalności.	<b>P7S_UW</b>
K_U10	Potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w warunkach praktycznych dla potrzeb utrzymania maszyn, urządzeń i obiektów technicznych.	<b>P7S_UW</b>

K_K01	Potrafi krytycznie przeanalizować istniejące w dziedzinie mechaniki i budowy maszyn rozwiązania techniczne urządzeń i procesów technologicznych oraz zaproponować ich ulepszenia (usprawnienia).	P7S_KK
K_K02	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	P7S_KO
K_K03	Rozumie potrzebę aktualizacji swojej wiedzy oraz podnoszenia swoich kwalifikacji. Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	P7S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

### 3. Plany studiów, ich parametry, metody weryfikacji oraz treści kształcenia

#### 3.1. R - Robotyzacja i organizacja procesów wytwarzania, stacjonarne

##### 3.1.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	54 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	33 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	5 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	150 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

- związku efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwiniecie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1356&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

##### 3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	KW	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	KO	Mechanika analityczna	15	30	0	0	45	3	N	
1	KW	Metody obliczeniowe i podstawy programowania	15	0	15	0	30	2	N	
1	KW	Modelowanie w projektowaniu maszyn	30	0	0	30	60	5	T	
1	KW	Podstawy wymiany ciepła	15	0	15	0	30	2	N	
1	KI	Przedmiot human. 1 - Logika II	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Systemy CAD/CAM/CAE	15	0	30	0	45	2	N	
1	KO	Współczesne technologie wytwarzania	15	0	30	0	45	2	N	
1	KI	Zaawansowane metody matematyki stosowanej	15	0	15	0	30	2	N	
1	KI	Zaawansowane programowanie robotów	15	0	30	0	45	5	T	
1	KW	Zintegrowane systemy wytwarzania	15	0	0	15	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>165</b>	<b>75</b>	<b>135</b>	<b>45</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KI	Automatyzacja	15	0	15	15	45	3	T	
2	KO	Dynamika maszyn	15	15	0	0	30	2	N	
2	KW	Język angielski 2 - terminologia techniczna	0	45	0	0	45	3	N	
2	KO	Materiały inżynierskie	15	0	15	0	30	2	N	
2	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	2	N	
2	KW	Produkcja odchudzona	15	0	15	0	30	2	N	
2	KO	Projektowanie narzędzi i oprzyrządowania	15	0	15	0	30	2	N	
2	KI	Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	15	0	0	0	15	2	N	
2	KI	Robotyzacja procesów wytwarzania	15	0	30	0	45	3	T	
2	KI	Sterowanie i sterowniki	15	0	15	15	45	3	T	

2	KW	Systemy wirtualne	15	0	15	15	45	3	N	
2	KI	Technologie IT	15	0	30	0	45	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>150</b>	<b>60</b>	<b>150</b>	<b>45</b>	<b>405</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	KO	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	KI	Praktyka dyplomowa (8 tyg.)	0	0	0	0	0	3	N	
3	KW	Recykling	15	0	0	15	30	2	N	
3	KO	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	1	N	
3	KW	Sterowanie przepływem produkcji	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Współczesne metody badawcze	15	0	15	0	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>45</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>360</b>	<b>135</b>	<b>315</b>	<b>120</b>	<b>930</b>	<b>90</b>	<b>5</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	5
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	5
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	10 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	1 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	151 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	24
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	27 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	25 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	16
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	51.75 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	131 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	91 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1356&C=2019>

### 3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1356&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja	K_W02, K_U09
<p>• 1. Definicje i funkcje systemu przepływu materiałów. System transportu przedmiotów: klasyfikacja środków transportowych, palety do transportu i magazynowania przedmiotów, środki transportu przedmiotów. 2. Podsystem składowania: klasyfikacja magazynów i podsystemów składowania, centralne magazyny składowania przedmiotów, wielostanowiskowe magazyny przedmiotów. • Podsystem manipulacji: manipulacja i urządzenia manipulacyjne. Definicje i funkcje podsystemu przepływu narzędzi. Podsystem przepływu narzędzi: elementy podsystemu zarządzania narzędziami, systemy narzędziowe, systemy kodowania narzędzi. • Automatyzacja obróbki na przykładzie wieloosiowego centrum tokarsko-frezarskiego. Analizy możliwości technicznych i funkcjonalnych integracji technologii Internetu Rzeczy w systemach automatyki • Sieci przemysłowe. Wizualizacja i symulacja procesów przemysłowych. Zapoznanie się z oprogramowaniem inżynierskim do projektowania i diagnozowania systemów automatyki przemysłowej. Opracowywanie algorytmów sterowania sekwencyjnego fragmentem procesu technologicznego lub maszyna. Tworzenie programów w językach graficznych i tekstowych na wybrany sterownik. Uruchomienie i testy zaprojektowanego systemu. Konfiguracja i parametryzacja regulatora procesowego, autostrojenie dla zadanego punktu pracy, testowanie. • Automatyzacja we współczesnym zakładzie produkcyjnym. Systemy komunikacyjne w automatyce przemysłowej. Wybrane elementy automatyki stosowane w zintegrowanych systemach sterowania. Systemy monitorowania i wizualizacji procesów przemysłowych. Aplikacje typu SCADA i panele operatorskie. • Systemy sterowania</p>	

nadrzędnej (SCADA), ERP, MES. Celem jest przedstawienie hierarchicznych struktur sterowania. Omówienie warstw sterowania: bezpośredniej, nadrzędnej, operacyjnej, zarządzania. Przedstawienie systemów sterowania optymalnego. Wykorzystanie pakietu InTouch do monitorowania stanów zmiennych w sieci sterowników przemysłowych. Optymalizacja parametrów algorytmów sterowania w warstwie bezpośredniej realizowana w warstwie sterowania nadrzędnej. Rozproszony system sterowania nadrzędnego zrealizowany w oparciu o sieć Ethernet. Projekt adaptacyjnego systemu sterowania • Komputerowe systemy zarządzania gospodarką narzędziową. Automatyczny pomiar narzędzi, pomiary międzyoperacyjne. Systemy narzędziowe w tokarkach. Główne narzędziowe, automatyczny pomiar narzędzi. Systemy narzędziowe w centrach obróbkowych. Magazyny narzędzi. Systemy automatycznego wydawania narzędzi i oprzyrządowania. Automatyczne podawanie i odbieranie półfabrykatów. Manipulatory w obrabiarkach sterowanych numerycznie. Systemy wymiany palet. • Metody detekcji uszkodzeń procesów przemysłowych, Metody lokalizacji uszkodzeń procesów przemysłowych. Modele matematyczne w diagnostyce procesów. optymalizację wykorzystania maszyny, procedury ustawcze, strukturalne gromadzenie danych i dokumentacji, obsługę nowych zamówień – harmonogramowanie, kontrolę stanu realizacji wykonywanej pracy, zarządzanie narzędziami (parametrami obróbki, offsetem itp.) • Urządzenia poziomu obiektowego – przemysłowe czujniki poziomu i przepływu. Urządzenia poziomu obiektowego – elektryczne urządzenia wykonawcze - Napędy elektryczne, silniki krokowe, napędy z przemiennikami częstotliwości, silowniki do przemieszczeń liniowych, elementy zabezpieczeń napędów, Sieci sterowania poziomu obiektowego – Modbus, Profibus, HART, sterowniki przemysłowe, Sieci sterowników – sterowanie rozproszone Poziom operatorski systemu hierarchicznego – systemy SCADA, Właściwości systemów SCADA. Przegląd systemów SCADA – InTouch, iFix, xWin, ASiX, Poziomy nadrzędne - Optymalizacja procesu technologicznego, zarządzanie produkcją, Rzeczywisty przykład przemysłowy – wielopoziomowy system sterowania, Metodyka projektowania, wdrażania, rozruchu i serwisowania systemów automatyzacji • Zapoznanie się z ideologią tworzenia sieci przemysłowych – linie komunikacyjne i zasilające. Konfiguracja sieci Compobus/S, DeviceNet, Profibus, Profinet. Zdalna wymiana danych pomiędzy sieciami. Wysyłanie komend do wysłania i odbioru danych pomiędzy sterownikami. Zdalne łączenie się ze sterownikiem PLC firmy OMRON lub WAGO. Komunikacja z Siemens PLC przy użyciu routera przemysłowego. Projekt sterowania sterownikami PLC z poziomu panela HMI.

Dynamika maszyn	K_W01, K_U05
-----------------	--------------

• Pojęcia podstawowe • Ruch drgający w układach mechanicznych, modele dyskretne, drgania swobodne i wymuszone • Częstość drgań własnych, rezonans mechaniczny, wibroizolacja, metody pomiaru drgań mechanicznych • Klasyfikacja mechanizmów • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich, mechanizm korbowo wodzikowy, czworobok przegubowy, mechanizm jarzmowy, mechanizm krzywkowy • Kinematyka mechanizmów zębatych, kinematyka przekładni obiegowych, zasada Willis'a • Manipulatory, manewrowość i strefa robocza, przykłady rozwiązań tych mechanizmów • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, modele zastępcze, równowaga kinostatyczna mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, redukcja mas i sił, nierównomierność pracy układu • Sprawność mechanizmu. Wyważanie mechanizmów płaskich, wyważanie członów w ruchu obrotowym • Drgania wzdłużne, giętne, skrętne układu dyskretnego, częstości własne, charakterystyki. • Charakterystyka amplitudowo - częstotliwościowa, rezonans drgań, bezpieczne strefy pracy, charakterystyka fazowa - częstotliwościowa • Kinematyka mechanizmów, określenie równania kinematyki dowolnie wybranego punktu mechanizmu, przykład • Kinematyka mechanizmów zębatych, zasada Willis'a w przypadku kół walcowych i stożkowych, przykład • Analiza kinostatyczna, określenie reakcji w parach kinematycznych, przykład określenia reakcji w przypadku mechanizmu płaskiego • Wyrównywanie mechanizmów, wyrównywanie statyczne i dynamiczne, modele zastępcze, przykład wyrównawania mechanizmu płaskiego • Kolokwium

Język angielski 1	K_U01, K_U02
-------------------	--------------

• Rodzaje materiałów - analiza materiału i ćwiczeń technicznych, analiza tekstu czytane • Procesy związane z materiałami - opis poszczególnych procesów wraz ze specjalistycznym słownictwem technicznym, słownik pojęć • Rysunek techniczny - analiza tekstu. Systemy CAD/CAM - materiały audiowizualne • Typy maszyn obróbkowych - rodzaje wraz z opisem, specjalistyczne słownictwo techniczne • Elektryczność - ćwiczenia leksykalne • Obwody elektryczne - rodzaje i charakterystyka, praca z tekstem • Tradycyjne i alternatywne źródła energii - analiza tekstów, czytanie ze zrozumieniem • Wytwarzanie energii - ćwiczenia praktyczne i quiz • Urządzenia elektroniczne, obwody elektroniczne - praca z tekstem i słownictwo techniczne • Telekomunikacja i sieci, środki transmisji danych - ćwiczenia leksykalne • Topologie sieciowe - ćwiczenia i materiały audiowizualne • Technologie komputerowe - czytanie i burza mózgów • Internet - pisanie i studium przypadku

Język angielski 2 - terminologia techniczna	K_U01, K_U02
---	--------------

• Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytane. • Omówienie wymogów technicznych. Rozumienie tekstu ze słuchu - analiza tekstu. Praca z tekstem • Przygotowanie pytań. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. • Ocena wykonalności. Analiza projektu. Rozumienie tekstu ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. • Procedury, zachowanie ostrożności w miejscu pracy. Rozumienie ze słuchu. Praca z tekstem. Produkcja - wymiana informacji między studentami. Standardy i uregulowania prawne. Ćwiczenia leksykalne. • Instrukcje i notatki. Analiza tekstów. Czytanie ze zrozumieniem. Pisanie: notatki informacyjne, instrukcje techniczne. Rozumienie instrukcji ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Systemy automatyczne: monitoring i kontrola. Słuchanie, mówienie, ćwiczenia leksykalne. • Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Teoria i praktyka. Opis testów i eksperymentów. Praca z tekstem • Przewidywanie i teorie - wyrażanie opinii i uzasadnień. Faktyczne wyniki testów a oczekiwania. • Opis przyczyn i skutków. Wydajność i przydatność. Analiza przypadku – farmy wiatrowe. • Siły fizyczne – przedstawienie i analiza na podstawie przykładów.

Materiały inżynierskie	K_W01
------------------------	-------

• Podstawy doboru materiałów inżynierskich • Stopy tytanu • Stopy niklu • Współczesne materiały narzędziowe • Materiały polimerowe, ceramiczne i kompozytowe • Materiały i konstrukcje inteligentne • Stopy na osnowie faz międzymetalicznych • Podstawy metalurgii proszków • Podstawy technologii wytwarzania monokryształów • Korozja metali • Inżynieria powierzchni

Mechanika analityczna	K_W01, K_U05, K_U06
-----------------------	---------------------

• Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinostatycznej. • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinostatycznej. • Ogólne równanie dynamiki. • Kolokwium • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Kolokwium

Metody obliczeniowe i podstawy programowania	K_W01, K_K01
--	--------------

• Paradygmaty programowania. Przegląd języków programowania. Algorytmy. Schematy blokowe • Środowisko Matlab, zmienne, wyrażenia, funkcje matematyczne, operacje we/wy • Instrukcja przypisania, obsługa plików, operacje tablicowe. Tablice komórkowe i struktury. Instrukcje sterujące warunkowe i iteracyjne. • Podprogramy. Algorytmy sortowania, wyszukiwania, obliczenia statystyczne • Matlab w przykładach zastosowań: kinematyka, dynamika, mechanika, • Matlab - obliczenia symboliczne, pochodne, całkowanie, równania liniowe i nieliniowe, równania i układy równań różniczkowych • Metody symulacji układów dynamicznych - Simulink • Matlab - programowanie GUI

Modelowanie w projektowaniu maszyn	K_W01, K_W03, K_U07, K_K01
------------------------------------	----------------------------

• Podstawy procesów tarcia: rodzaje tarcia, prawa opisujące zjawisko tarcia. Podstawy procesów zużycia • Właściwości eksploatacyjne łożyskowania ślizgowego: podział łożysk ślizgowych, zastosowanie łożysk ślizgowych w konstrukcjach mechanicznych, materiały stosowane w budowie łożysk ślizgowych • Przyspieszone zużycie, uszkodzenia oraz metody zapobiegania uszkodzeniom łożysk ślizgowych • Podstawy projektowania łożysk ślizgowych: ogólne podstawy projektowania, analiza założeń i rozwiązań wstępnych, podział parametrów konstrukcyjnych, obliczenia wstępne i sprawdzające, analiza optymalizacyjna • Wielkości opisujące pracę łożysk ślizgowych. Podział modeli teoretycznych, podstawowe równania tarcia płynnego i spoczynkowego, krzywa Herseya – Striebecka. Metody rozwiązywania układu równań modelu matematycznego. • Charakterystyki statyczne i dynamiczne łożysk ślizgowych. Metody wyznaczania współczynników sztywności i tłumienia. Obszary stabilnej pracy łożyska ślizgowego. • Klasyfikacja łożysk tocznych, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych • Schematy łożyskowania, pasowanie łożysk, napięcie wstępne łożysk • Parametry pracy łożysk tocznych • Geometria zewnętrzna i wewnętrzna łożysk • Obciążenie elementów łożyska • Mechanika ruchu tocznego: rozkłady nacisków na powierzchniach kontaktu, odkształcenia elementów łożyska, toczenie bez i z poślizgami, tarcie w łożyskach tocznych • Metoda obliczeń wstępnych i sprawdzających • Zadanie projektowe nr1. Wykonanie projektu łożyskowania tocznego wału pośredniego przekładni dwustopniowej • Zadanie projektowe nr 2. Wyznaczyć geometrię i sprawdzić warunki pracy poprzecznego łożyska ślizgowego • Zaliczenie w formie kolokwium (termin 1 i poprawkowy)

Podstawy wymiany ciepła	K_W01, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Przewodzenie-prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła, ogólne równanie przewodzenia. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe; przypadek płaskiej ścianki i rury. Opór cieplny przewodzenia. Konwekcja-prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła. Opór cieplny przejmowania ciepła. Nieustalona wymiana ciepła przez układy o prostej geometrii: układ skupiony (liczba Biota) i półprzestrzeń. Nieustalone przewodzenie ciepła przez układ o bardziej złożonej geometrii: prostopadłościan, walec; liczba Fouriera. Przenikanie ciepła, współczynnik przenikania ciepła; przypadek płaskiej ścianki i rury. Konwekcja wymuszona i swobodna (siła masowa): praktyczne podejście do obliczeń wymienianej mocy cieplnej przy użyciu liczb kryterialnych: Nusselta, Reynoldsa, Grashofa, Prandtia; ich definicje i interpretacja fizyczna. Promieniowanie cieplne; mechanizm fizyczny, właściwości ciał. Prawa promieniowania: prawo Stefana-Boltzmann, Kirchhoffa, Plancka, Lamberta. Wymienniki ciepła - ogólna charakterystyka, rodzaje, przeponowe wymienniki ciepła - średnia charakterystyczna różnica temperatur.</li> <li>1. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów. Analiza niepewności pomiaru. Opracowanie wyników doświadczenia. 2. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym. 3. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem rurowym. 4. Wyznaczenie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego. 5. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze. 6. Określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła. 7. Doświadczalne określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła w ciele stałym.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sporządzenie planu pracy dyplomowej.</li> <li>Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej.</li> <li>Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej</li> <li>Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz.</li> <li>Zredagowanie pracy dyplomowej.</li> <li>Obrona pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Praktyka dyplomowa (8 tyg.)	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Poznanwanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.</li> <li>Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> </ul>	
Produkcja odchudzona	K_W02, K_W06, K_U07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Istota zarządzania Lean Manufacturing, zasady szczupłej produkcji, szczupłe praktyki wytwarzania. Charakterystyka wybranych narzędzi LM (TQM, kanban, Jidika, Andon, Chaku-chaku).</li> <li>Zarządzanie wizualne w systemach produkcyjnych.</li> <li>Zarządzanie przestrzenią roboczą z wykorzystaniem metody 5S</li> <li>Kompleksowe utrzymanie maszyn TPM. Wskaźnik OEE.</li> <li>Redukcja czasów przezbierania maszyn technologicznych - metoda SMED.</li> <li>Zapobieganie bledom - Poka Yoke. System ZQC</li> <li>Metoda 3P (Production, Preparation and Process). Projektowanie linii U-kształtnych.</li> <li>Mapowanie strumienia Wartości VSM</li> </ul>	
Projektowanie narzędzi i oprzyrządowania	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>Modelowanie narzędzi i oprzyrządowania - wprowadzenie.</li> <li>Modele opisu kształtu wybranych narzędzi skrawających.</li> <li>Modelowanie właściwości mechanicznych wybranych elementów konstrukcji oprzyrządowania technologicznego.</li> <li>Koncepcja analizy wytrzymałości części wykorzystująca metodę elementów skończonych (MES). Metody definiowania warunków brzegowych. Metody definiowania obciążeń.</li> <li>Modelowanie właściwości materiałowych w systemach obliczeń wykorzystujących MES.</li> <li>Modelowanie sztywności narzędzia z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES).</li> <li>Modelowanie kształtu narzędzia skrawającego z zastosowaniem komputerowego wspomaganie projektowania</li> <li>Modelowanie narzędzia skrawającego wykorzystujące MES.</li> <li>Obliczenia wykonanych modeli, analiza wyników obliczeń oraz modyfikacja modeli początkowych w celu poprawy ich właściwości.</li> <li>Modelowanie kształtu wybranego elementu oprzyrządowania technologicznego z zastosowaniem komputerowego wspomaganie projektowania</li> <li>Modelowanie wybranego elementu oprzyrządowania technologicznego wykorzystujące MES.</li> <li>Obliczenia wybranego elementu oprzyrządowania technologicznego, analiza wyników obliczeń oraz modyfikacja modeli początkowych w celu poprawy ich właściwości.</li> </ul>	
Przedmiot human. 1 - Logika II	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Definicja zbioru rozmytego i logiki rozmytej. Praktyczne zastosowania. Dylematy etyczne, moralno, prawne dla sztucznej inteligencji wykorzystującej procesy rozmyte.</li> </ul>	
Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	K_W04, K_W06
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Pojęcie i zakres prawnych i etycznych aspektów robotyki</li> <li>2. Robotyka a ochrona własności intelektualnej</li> <li>3. Robotyka a podatki</li> <li>4. Robotyka a prawo cywilne</li> <li>5. Robotyka a prawo pracy</li> <li>Robotyka a prawo karne</li> <li>Robotyka a zasady etyczne</li> </ul>	
Recykling	K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zasadnicze pojęcia związane z problematyką recyklingu.</li> <li>Recykling odpadów opakowaniowych w Polsce i na świecie.</li> <li>Recykling samochodów – odzyskiwanie materiałów z karoserii, silników, akumulatorów, katalizatorów, opon, płynów technicznych – zastosowanie recyklatów w budowie samochodów.</li> <li>Recykling sprzętu elektrycznego i elektronicznego.</li> <li>Recykling baterii.</li> <li>Gospodarka odpadami w Polsce i na świecie.</li> <li>Opracowanie projektu dla wybranego wyrobu pod względem: specyfikacji materiałów oraz wykorzystania oraz zastosowanych technologii produkcji, analizy cyklu życia, oceny możliwości i zasadności recyklingu materiałowego bądź surowcowego, określenia sposobu wykorzystania recyklatu, zaproponowania bardziej proekologicznej konstrukcji oraz technologii produkcji.</li> </ul>	
Robotyzacja procesów wytwarzania	K_W02, K_W06, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Charakterystyka ogólna systemów robotyzacji. Robotyzacja w procesach wytwarzania</li> <li>2. Zasady projektowania i budowy zrobotyzowanych stanowisk i systemów wytwarzania stosowanych w procesach technologicznych, obsłudze obrabiarek i maszyn technologicznych.</li> <li>3. Zrobotyzowane stanowiska manipulacji i paletyzacji.</li> <li>4. Zrobotyzowane stanowiska obróbkowe. Podstawy kinematyki robotów: układy współrzędnych, transformacje współrzędnych, struktury manipulatorów, zagadnienia proste i odwrotne kinematyki, statyka manipulatorów. Wstęp do sterowania i programowania robotów. Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi).</li> <li>5. Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM, NX CAM Robotics, Tecnomatix i SIEMENS Teamcenter.</li> <li>Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi). Podstawowe funkcje języka Melfa Basic IV oraz Movemaster – instrukcje sterujące pozycją oraz ruchem ramienia manipulatora, instrukcje kontroli programu, instrukcje sterujące głowicą roboczą. Struktura i obsługa środowiska COSIROP do sterowania robotami Mitsubishi Melfa. Struktura i obsługa środowiska COSIMIR do tworzenia i symulacji pracy zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych.</li> <li>Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM oraz robotów. System obsługuje m.in. funkcje takie jak obróbki od 2,5 do 5 osi, obróbka szybkościowa (HSM), toczenie, wiercenie i wycinanie drutowe. Ważna jest możliwość symulacji pracy maszyny – coraz częściej nieodzownego elementu testowania w systemie CAM, szczególnie w wypadku programowania maszyn pięcioosiowych bądź nowocześniejszych – wieloosiowych</li> <li>NX CAM Robotics – wciąż rozwijany z wykorzystaniem najnowszej wiedzy i obsługi robotów przemysłowych. Moduł ten pozwala na pełną wizualizację pracy ramion robota, a także na wygodne programowanie optymalnych ruchów wszystkich jego osi wraz z wykrywaniem kolizji</li> <li>Tecnomatix - jest obszernym programem łączącym w sobie wszystkie dziedziny produkcji z inżynierią produktu. To kompleksowy zestaw rozwiązań, który wspiera proces wytwarzania – od planowania i projektowania, symulacji i logistyki, poprzez wdrożenie produktów do rzeczywistej produkcji. Oprogramowanie wspierane jest przez platformę PLM Teamcenter Manufacturing, dzięki czemu zapewnia najszerzy wachlarz rozwiązań produkcyjnych dostępnych na rynku. Tecnomatix posiada narzędzia, które pozwalają na zarządzanie wiedzą na temat produktów i procesów oraz na analizę w obrębie jednego środowiska, co umożliwia zminimalizowanie ryzyka przerw w procesie produkcyjnym, wywołanych wadami projektu.</li> <li>SIEMENS Teamcenter - jest obszernym pakietem oprogramowań stosowanych do zarządzania cyklem życia produktu (PLM). Daje możliwość integracji oraz współpracy wszystkich osób biorących udział w procesie cyklu życia produktu, przy wykorzystaniu wspólnego, ujednoliconego źródła wiedzy o procesach i produktach.</li> </ul>	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Etyka w pracy badawczej i pisaniu prac dyplomowych. Prawa autorskie i ochrona własności intelektualnej w powiązaniu z pracą dyplomową</li> <li>Przygotowanie do obrony pracy dyplomowej</li> <li>Analiza opracowań studentów, dyskusja</li> </ul>	
Sterowanie i sterowniki	K_W02, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie, zmienne systemowe w sterowniku TSX Micro.</li> <li>2. Struktura wielozadaniowa w sterowniku TSX Micro grupy Schneider.</li> <li>3. Bloki organizacyjne w sterownikach Simatic S7.</li> <li>4. Funkcje systemowe i przerwania w sterownikach Simatic S7.</li> <li>5. Rejestry specjalne w sterownikach Simatic firmy Siemens.</li> <li>6. Bezprzewodowa komunikacja sterowników PLC.</li> <li>7. Zbiory rozmyte i ich własności, działania na zbiorach rozmytych.</li> <li>8. Relacje rozmyte, rozmyte schematy wnioskowania, reguły rozmytej implikacji.</li> <li>9. Struktura regulatora rozmytego, regulator Mamdaniego, regulator Takagi-Sugeno.</li> <li>10. Norma 61131-7 i przegląd oprogramowania „fuzzy” w sterownikach PLC.</li> <li>11. Rozmyta sieć Petriego – definicje, własności, opis algebraiczny i metoda syntezy sieci.</li> <li>12. Metoda syntezy rozmytej sieci Petriego i przykłady zastosowania sieci w sterowaniu.</li> <li>13. ZAAWANSOWANE PROGRAMOWANIE STEROWNIKÓW LOGICZNYCH SIEMENS SIMATIC S7-1200</li> </ul> <p>1. Nowy projekt i konfiguracja sprzętowa sterownika S7-1200</p> <p>2. Rozkazy binarne w reprezentacji LAD z wykorzystaniem TIA 3. Nazwy symboliczne – tagi oraz komentarze w programie 4. Upload – Pobranie programu ze sterownika 5. Zmienne typu INT, UINT, DINT, UDINT, REAL i konwersje między zmiennymi 1. Moduły analogowe wejściowe i wyjściowe 2. Bloki danych DB 3. Wykorzystanie tablic do deklaracji zmiennych 4. Bloki funkcyjne FB 5. Diagnostyka CPU 6. Analiza projektu z wykorzystaniem Cross-references 7. Porównanie zawartości sterownika z projektem – Compare online/offline 8. Forsowanie zmiennych</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Wykorzystanie zegara czasu rzeczywistego CPU 2. Time of day interrupt – Przerwania na podstawie zegara czasu rzeczywistego (OB 10) 3. Time delay interrupt – Przerwania opóźnione (OB 20) 4. Cyclic interrupt – Przerwania cykliczne (OB 30) 5. Hardware interrupt – Przerwania sprzętowe (OB 40) 6. Zachowanie sterownika po przejściu w stan STOP oraz proces rozruchu CPU (OB 100) 7. Zaawansowane opcje związane z podirzmywaniem danych w blokach DB 8. Szybkie liczniki sprzętowe</li> <li>1. Funkcje technologiczne – wyjścia impulsowe w sterowaniu silnikiem krokowym 2. Rozkazy przesuwania i rotacji 3. Operacje logiczne na słowach 4. Web server udostępniany przez CPU 5. User Pages – własne strony www na serwerze CPU 6. Archiwizacja danych w pamięci CPU – Data Logging</li> </ul> <p>1. Poziomy zabezpieczeń programu i sterownika 2. Podstawy wykorzystania języka SCL 3. Narzędzie graficznego monitorowania zmiennych Traces 4. Wprowadzenie do projektowania wizualizacji w TIA Portal 5. Archiwizacja projektu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Charakterystyka konstrukcyjna i funkcjonalna PLC. Urządzenia wejściowe i wyjściowe dla PLC, przetworniki pomiarowe, elementy wykonawcze. Języki programowania sterowników PLC - norma PN-EN-61131. Tworzenie algorytmu sterowania procesem. Sterowanie procesami ciągłymi – algorytmy, konfiguracja i autostrojenie regulatorów.</li> <li>2. Zapoznanie z zasadami konfiguracji i wykorzystania modułów analogowych, przerwań, liczników sprzętowych</li> <li>Wykorzystanie funkcji technologicznych, logowania danych, serwera www</li> <li>Zdobycie umiejętności wykonania modyfikacji na panelach operatorskich</li> <li>Zapoznanie Studentów z tworzeniem aplikacji w języku SCL</li> <li>Pozyskanie wiedzy dotyczącej sposobu konfiguracji i uruchamiania wymiany danych pomiędzy sterownikami poprzez Ethernet</li> </ul>	K_W05, K_U07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Systemy logistyczne w zabezpieczeniu procesów wytwarzania. Półfabrykaty w procesie produkcji</li> <li>Systemy organizacji produkcji.</li> <li>Systemy modelowania procesów technologicznych</li> <li>Systemy klasy ERP</li> <li>Zagadnienia BHP w zakładzie produkcyjnym</li> <li>Systemy CAD/CAM</li> <li>System zarządzania dokumentacją TeamCenter</li> <li>System INFOR LN</li> </ul>	K_W03, K_U07
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do środowiska CAD. Rysowanie w szkicowniku - wymiarowanie i narzucanie wiązań. Modelowanie bryłowe - wyciągnięcia i wycięcia proste, po ścieżce, po profilach, przez obrót. Pochylenia ścian, tworzenie szyków, wstawianie zeber, grawerki. Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. Arkusze rysunkowe. Rysunek techniczny - rzuty, przekroje, wyrwania, widok szczegółów, wymiarowanie. Konfiguracje elementów. Szkice 3D. Złożenia – wstawianie części i podzłozzeń, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy – rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. Animacja montażu urządzenia, symulacja jego pracy. Gięcie blach. Konstrukcje spawane. Modelowanie powierzchniowe, Podstawowe analizy CAE</li> </ul>	K_W02, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>Proces produkcji, proces technologiczny</li> <li>Systemy logistyczne w procesie wytwarzania</li> <li>Systemy CAE, CIM, CAPP</li> <li>Systemy CAD, CAM</li> <li>Systemy wirtualne rzeczywistości. Fabryka 4.0</li> <li>Zagadnienia BHP</li> <li>pakiet NX CAD</li> <li>pakiet NX CAM</li> <li>system SIMATIC</li> <li>system TECNOMATIX</li> </ul>	K_W02, K_U03, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawy szeregowych protokołów komunikacyjnych</li> <li>Podstawy sieciowych protokołów komunikacyjnych</li> <li>Sterowanie silnikami krokowymi z poziomu mikroprocesora</li> <li>Sterowanie napędami servo z poziomu mikroprocesora</li> <li>Systemy czasu rzeczywistego</li> <li>Podstawy programowania mikroprocesorów: podstawy języka C/C++, komunikacja z komputerem za pośrednictwem portu szeregowego</li> <li>Sterowanie silnikiem krokowym z poziomu mikroprocesora</li> <li>Sterowanie napędem servo z poziomu mikroprocesora</li> <li>Wykonanie dokumentacji wstępnej i opracowanie architektury projektu zaliczeniowego</li> <li>Realizacja projektu zaliczeniowego: opracowanie oprogramowania i dokumentacji</li> </ul>	K_W02, K_U05, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>Przygotowanie materiałów do badań: próbek, detali, komponentów, elementów po eksploatacji.</li> <li>Badania składu chemicznego materiałów: spektroskopy stacjonarne, przenośne, mikroanaliza. Dyfraktometr rentgenowski: analiza fazowa, analiza naprężeń.</li> <li>Badania właściwości materiałów: twardość, mikrotwardość, nanoindentacja, scratch, wytrzymałość, udurość.</li> <li>Badania metalograficzne: mikroskop optyczny, mikroskop stereoskopowy, mikroskop skaningowy, analiza obrazu mikrostruktury.</li> <li>Współczesne narzędzia pomiarowe: skaner 3D, tomograf, profilometr 3D - rekonstrukcja części maszyn, analiza niezgodności, analiza struktury geometrycznej powierzchni.</li> <li>Przygotowanie materiałów badawczych do cieciska, preparatyka próbek i zglądów metalograficznych.</li> <li>Badania składu chemicznego: spektrometr, mikroanaliza, dyfraktometr.</li> <li>Nanoindentacja: właściwości materiałów i wydzielen strukturalnych.</li> <li>Analiza obrazu mikrostruktury z mikroskopu optycznego i skaningowego.</li> <li>Badania materiałów i komponentów z wykorzystaniem tomografu.</li> </ul>	K_W02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Współczesne technologie odlewnicze.</li> <li>Współczesne technologie spajania: laser, wiązka elektronów, FSW.</li> <li>Współczesne technologie cieciska: laser, strumień wody.</li> <li>Współczesne technologie wytwarzania przyrostowego, napawania, regeneracji.</li> <li>Współczesne technologie wykonywania modeli i prototypów.</li> <li>Technologie odlewnicze: opracowanie modeli 3D, wykonywanie modeli metodami RP, kontrola odlewów z wykorzystaniem skanerów, odlewanie ciśnieniowe.</li> <li>Technologie spawania: laserem, wiązką elektronową.</li> <li>Technologie cieciska: laserem, strumieniem wody</li> <li>Technologie wytwarzania przyrostowego: mikronapawanie, napawanie</li> <li>Technologie wykonywania modeli i prototypów: druk 3D</li> </ul>	K_W01, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotacja, wariancja, dywergencja.</li> <li>Całki wielokrotne. Wzór Greena-Gaussa-Ostrogradzkiego.</li> <li>Równania różniczkowe wielu zmiennych.</li> </ul>	K_W02, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Przygotowanie robota do pracy: Menu systemowe, formy zapisu zmiennych i konfiguracja parametrów systemowych robota, Ograniczenie przestrzeni roboczej manipulatora, Kalibracja robota (w sytuacji awaryjnej), Określanie rzeczywistego obciążenia użytecznego manipulatora (Payload), Ograniczanie przeciżażeniowych momentów obrotowych i określanie zakresu prędkości i przyspieszeń, Konfiguracja układu wejść-wyjść</li> <li>2. Realizacja czynności manipulacyjnych: Układy współrzędnych robota, Definiowanie dodatkowych układów współrzędnych: narzędzia i użytkownika, Sterowanie on-line robotem i realizacja podstawowych i zaawansowanych czynności manipulacyjnych, Charakterystyka wybranych błędów, alarmów i sytuacji awaryjnych 3. Programowanie samouczące on-line w zakresie projektowania trajektorii: Tworzenie nowego i edycja istniejącego programu, zarządzanie programami, Instrukcje pozycjonowania robota (Joint, Linear, Circular Motion) i ich parametry, Edycja wybranych parametrów instrukcji oraz całych instrukcji, Uruchamianie programów robotowych w trybie testowym oraz w automatycznym cyklu pracy 4. Programowanie samouczące on-line w zakresie instrukcji obsługowych: Rejestry (zwykle), rejestry pozycji i programowanie parametryczne, Instrukcje obsługi wejść/wyjść, Instrukcje warunkowe (wait, if/select), Instrukcje skoku w obrębie programu i skoku programowego, Instrukcje przesunięcia (offset), Pozostałe instrukcje obsługowe 5. Programowanie zaawansowane robotów Kuka trybie on-line z wykorzystaniem panelu komunikacyjnego Programowanie robotów Kuka w środowisku KukaSimPro</li> <li>Ćwiczenia praktyczne na stanowisku zrobotyzowanym w zakresie programowania on-line: Praktyczna realizacja przykładowych programów dla wybranych zastosowań robota, Dodatkowe instrukcje dostępne z komendami ruchu – Tool offset, Time Before itp. DCS – Dual Check Safety. Tworzenie strefy ochronnej wokół narzędzia Tworzenie statycznej strefy bezpiecznej • Image Backup – wykonywanie, przywracanie po awarii. Start kontrolowany. Funkcje sieciowe CGTP, FTP. Background Logic. Limity osi. Wymiana płyty głównej. Wejścia wyjścia grupowe. Mastering po wymianie silnika – obliczanie dokładnego masteringu. Przepisanie masteringu po wymianie manipulatora. Tworzenie interface HMI. Funkcja korekty i konwersji programu.</li> <li>Dodatkowe instrukcje dostępne z komendami ruchu, Zmienne systemowe i użytkownika, Programowanie wybranych instrukcji logicznych, Poprawianie instrukcji logicznych, Opis dostępnych instrukcji programowania oraz podstawowych struktur, Programowanie pętli, warunków logicznych, sterowanie przebiegiem programu, Programowanie przyrostowe, Analiza struktury i działania programów wykonawczych.</li> <li>Wyjaśnienie schematu działania programu, Konfiguracja robota do pracy automatycznej w trybie AutoEXT- program główny i współpracujących z nim podprogramów, Wykonywanie programu w trybie pracy ręcznej i automatycznej AUT, Programowanie własnych dialogów programowych</li> <li>Omówienie języka KRL robota Kuka umie zastosować metody sztucznej inteligencji, głównie sztuczne sieci neuronowe i układy z logiką rozmytą, w sterowaniu mobilnych robotów kołowych i robotów manipulacyjnych.</li> </ul>	

Zintegrowane systemy wytwarzania	K_W02, K_W05, K_U07
<p>• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Techniki komputerowe w przedsiębiorstwie, przesłanki stosowania zintegrowanych systemów wytwarzania. Istota i zakres funkcjonalny systemów ERP. Elementy składowe zintegrowanego wytwarzania CAD/CAM/CAE/CIM. Systemy zarządzania danymi produktu oraz cyklem życia produktu (PDM, PLM). Systemy klasy ERP. Charakterystyka i możliwości komputerowego wspomaganie projektowania CAD. Oprzyrządowanie technologiczne w środowisku CAD. Katalogi elektroniczne oprzyrządowania oraz ich integracja ze środowiskiem modelowania. Obrabiarki w zintegrowanych systemach wytwarzania. Systemy automatyzacji w procesach obróbki. Robotyzacja w procesach wytwarzania. Istota programowania obrabiarek CNC. Cykle obróbkowe obrabiarek CNC. Komputerowe wspomaganie wytwarzania (CAM). Procedura przygotowania technologii obróbki części w środowisku CAM. Cykle obróbkowe CAM dla różnych typów obróbki oraz ich integracja z systemami sterowania obrabiarek CNC. Symulacja procesów obróbki w środowisku CAD/CAM. Komputerowo wspomaganą kontrola jakości (CAQ). Techniki szybkiego wytwarzania. • Wydanie tematów projektów do wykonania projektu obróbki i oprzyrządowania technologicznego. Omówienie ogólnych zasad projektowania technologii obróbki części z wykorzystaniem oprogramowania CAD/CAM. Prezentacja katalogu elektronicznego elementów uchwytów składanych. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.</p>	

### 3.2. W - Informatyczne wspomaganie procesów wytwarzania, stacjonarne

#### 3.2.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	53 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	5 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	33 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	5 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	150 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	5 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwińnięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1375&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	KW	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	KW	Komputerowe wspomaganie projektowania	15	0	30	0	45	5	T	
1	KO	Mechanika analityczna	15	30	0	0	45	3	N	
1	KW	Metody obliczeniowe i podstawy programowania	15	0	15	0	30	2	N	
1	KW	Modelowanie w projektowaniu maszyn	30	0	0	30	60	5	T	
1	KW	Podstawy wymiany ciepła	15	0	15	0	30	2	N	
1	KI	Przedmiot human. 1 - Logika II	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Systemy CAD/CAM/CAE	15	0	30	0	45	2	N	
1	KO	Współczesne technologie wytwarzania	15	0	30	0	45	2	N	
1	KI	Zaawansowane metody matematyki stosowanej	15	0	15	0	30	2	N	
1	KW	Zintegrowane systemy wytwarzania	15	0	0	15	30	2	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>165</b>	<b>75</b>	<b>135</b>	<b>45</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Dynamika maszyn	15	15	0	0	30	2	N	
2	KW	Język angielski 2 - terminologia techniczna	0	45	0	0	45	3	N	
2	KW	Komputerowe wspomaganie projektowania półfabrykatów	15	0	30	0	45	3	T	
2	KW	Komputerowe wspomaganie technologii	15	0	15	15	45	3	T	
2	KO	Materiały inżynierskie	15	0	15	0	30	2	N	
2	KW	Metody prototypowania	15	0	15	0	30	2	N	
2	KO	Nowoczesne procesy odlewnicze	15	0	30	0	45	3	N	
2	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	2	N	
2	KI	Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	15	0	0	0	15	2	N	
2	KW	Systemy CAD/CAM/CAE w obróbce mechanicznej	15	0	30	0	45	3	N	



2	KW	Technologia montażu	15	0	0	15	30	2	N	
2	KW	Zaawansowane metody modelowania CAD	15	0	30	0	45	3	T	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>150</b>	<b>60</b>	<b>165</b>	<b>30</b>	<b>405</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	KO	Kontrola i metody badawcze	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	KI	Praktyka dyplomowa (8 tyg.)	0	0	0	0	0	3	N	
3	KW	Recykling	15	0	0	15	30	2	N	
3	KI	Robotyzacja produkcji	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	1	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>45</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>105</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>360</b>	<b>135</b>	<b>330</b>	<b>105</b>	<b>930</b>	<b>90</b>	<b>5</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	5
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	5
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	10 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	173 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	24
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	26 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	25 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	15
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	62.75 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	121 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	67 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1375&C=2019>

### 3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1375&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Dynamika maszyn	K_W01, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia podstawowe • Ruch drgający w układach mechanicznych, modele dyskretnie, drgania swobodne i wymuszone • Częstość drgań własnych, rezonans mechaniczny, wibroizolacja, metody pomiaru drgań mechanicznych • Klasyfikacja mechanizmów • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich, mechanizm korbowo wodzikowy, czworobok przegubowy, mechanizm jarmowy, mechanizm krzywkowy • Kinematyka mechanizmów zębatych, kinematyka przekładni obiegowych, zasada Willis'a • Manipulatory, manewrowość i strefa robocza, przykłady rozwiązań tych mechanizmów • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, modele zastępcze, równowaga kinetostatyczna mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, redukcja mas i sił, nierównomierność pracy układu • Sprawność mechanizmu. Wyważanie mechanizmów płaskich, wyważanie członów w ruchu obrotowym • Drgania wzdłużne, giętne, skrętne układu dyskretnego, częstości własne, charakterystyki. • Charakterystyka amplitudowo - częstotliwościowa, rezonans drgań, bezpieczne strefy pracy, charakterystyka fazowo - częstotliwościowa • Kinematyka mechanizmów, określenie równania kinematyki dowolnie wybranego punktu mechanizmu, przykład • Kinematyka mechanizmów zębatych, zasada Willis'a w przypadku kół walcowych i stożkowych, przykład • Analiza kinetostatyczna, określenie reakcji w parach</li> </ul>	

kinematycznych, przykład określenia reakcji w przypadku mechanizmu płaskiego • Wyrównoważanie mechanizmów, wyrównoważanie statyczne i dynamiczne, modele zastępcze, przykład wyrównoważenia mechanizmu płaskiego • Kolokwium	
Język angielski 1	K_U01, K_U02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rodzaje materiałów - analiza materiału i ćwiczeń technicznych, analiza tekstu czytanego • Procesy związane z materiałami - opis poszczególnych procesów wraz ze specjalistycznym słownictwem technicznym, słownik pojęć • Rysunek techniczny - analiza tekstu. Systemy CAD/CAM - materiały audiowizualne • Typy maszyn obróbczych - rodzaje wraz z opisem, specjalistyczne słownictwo techniczne • Elektryczność - ćwiczenia leksykalne • Obwody elektryczne - rodzaje i charakterystyka, praca z tekstem • Tradycyjne i alternatywne źródła energii - analiza tekstów, czytanie ze zrozumieniem • Wytwarzanie energii - ćwiczenia praktyczne i quiz • Urządzenia elektroniczne, obwody elektroniczne - praca z tekstem i słownictwo techniczne • Telekomunikacja i sieci, środki transmisji danych - ćwiczenia leksykalne • Topologie sieciowe - ćwiczenia i materiały audiowizualne • Technologie komputerowe - czytanie i burza mózgów • Internet - pisanie i studium przypadku</li> </ul>	
Język angielski 2 - terminologia techniczna	K_U01, K_U02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. • Omówienie wymogów technicznych. Rozumienie tekstu ze słuchu – analiza tekstu. Praca z tekstem. • Przygotowanie pytań. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. • Ocena wykonalności. Analiza projektu. Rozumienie tekstu ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. • Procedury, zachowanie ostrożności w miejscu pracy. Rozumienie ze słuchu. Praca z tekstem. Produkcja - wymiana informacji między studentami. Standardy i uregulowania prawne. Ćwiczenia leksykalne. • Instrukcje i notatki. Analiza tekstów. Czytanie ze zrozumieniem. Pisanie: notatki informacyjne, instrukcje techniczne. Rozumienie instrukcji ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Systemy automatyczne: monitoring i kontrola. Słuchanie, mówienie, ćwiczenia leksykalne. • Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Teoria i praktyka. Opis testów i eksperymentów. Praca z tekstem • Przewidywanie i teorie – wyrażanie opinii i uzasadnień. Faktyczne wyniki testów a oczekiwania. • Opis przyczyn i skutków. Wydajność i przydatność. Analiza przypadku – farmy wiatrowe. • Siły fizyczne – przedstawienie i analiza na podstawie przykładów.</li> </ul>	
Komputerowe wspomaganie projektowania	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do obsługi programu Autodesk Inventor - uruchamianie programu, dostosowywanie interfejsu użytkownika, tworzenie części bryłowych (przykład modelowania bryły, tworzenie szkicu, wprowadzanie i edycja wiązań), oglądanie modeli. Tworzenie dokumentacji części. • Modelowanie powierzchniowe i hybrydowe w programie Inventor. • Projektowanie konstrukcji z blach, tworzenie dokumentacji. • Tworzenie zespołów - techniki tworzenia zespołów, edycja zespołu, wiązania ustalające, biblioteki elementów znormalizowanych, projektowanie spawanych zespołów (przykład złożenia podnośnika śrubowego). • Tworzenie zespołów - adaptacyjność części, wiązania ruchu, sterowanie wiązaniami, analiza kolizji (przykład złożenia silownika hydraulicznego). Tworzenie dokumentacji zespołu. • Parametryzacja –rodzaje, tworzenie komponentu IPart. Parametryzacja w zespole (zespół sprężyny siłownika – zastosowanie szkicu 3D), tworzenie komponentu IAssembly. • Obliczenia geometryczne i wytrzymałościowe na przykładzie kalkulatora wałków i przekładni. • Zastosowanie kalkulatora połączeń śrubowych i spawanych, wpustowych i wielowypustowych. Kreator łożyska. • Generator ramy - analiza ram. • Analiza naprężeń, symulacja dynamiczna, analiza modalna - możliwości zastosowania w programie Inventor. • Informacje wstępne (projekt, interfejs). Modelowanie i tworzenie dokumentacji bryły z zastosowaniem podstawowych elementów kształtujących i poleceń edycyjnych (rys. koło pasowe.pdf); • Modelowanie i tworzenie dokumentacji bryły z zastosowaniem zaawansowanych elementów kształtujących i poleceń edycyjnych (rys. wspornik.pdf); • Wykonanie bryły z zastosowaniem techniki modelowania wielobryłowego oraz modelowania powierzchniowego. Tworzenie dokumentacji bryły (rys. dzwignia.pdf). • Modelowanie hybrydowe. • Parametryzacja modelu części (nakrętka_par.pdf). Tworzenie iPart'a • Modelowanie części blaszanych i tworzenie dokumentacji. • Zaliczenie cz.1 • Tworzenie zespołów z istniejących części (rodzaje wiązań, wykorzystanie elementów znormalizowanych) • Modelowanie części w zespole (adaptacyjność szkiców i parametryzacja zespołu) • Generowanie dokumentacji 2D zespołu • Projektowanie konstrukcji stalowych z wykorzystaniem generatora ram • Zastosowanie Design Accelerator w projektowaniu przekładni i wałów maszynowych • Analiza MES części i zespołów • Symulacja dynamiczna mechanizmów • Zaliczenie cz. 2</li> </ul>	
Komputerowe wspomaganie projektowania półfabrykatów	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>Zapoznanie ze strukturą oraz interfejsem graficznym stosowanego systemu CAD • Projektowanie giętych półfabrykatów z cienkich blach bez i z cechami przetłoczeń. Definiowanie materiału blachy, parametrów geometrycznych gięcia; ustalenie wymiarów wykroju, ocena poprawności projektu – korekty wymiarów paneli składowych uwzględniające możliwości ich wytworzenia. Tworzenie katalogu cech konstrukcyjnych dla półfabrykatów z cienkich blach: typy cech konstrukcyjnych dla półfabrykatów z blach, definiowanie i modyfikacja cech. • Optymalizacja rozmieszczenia wykrojów na arkuszu blachy, wykonywanie złożów konstrukcji blaszanych, analiza kolizyjności w złożeniach. Generowanie dokumentacji technicznej wyrobów z uwzględnieniem półfabrykatu na wspólnym arkuszu rysunkowym. • Zaprojektowanie minimum pięciu sztuk półfabrykatów z blach dla zadanego złożenia, wykonanie dokumentacji technicznej • Projektowanie konstrukcji blaszanych o cechach konstrukcyjnych z powierzchniami nierozwijalnymi, Obliczenia kształtu i wymiarów półfabrykatów dla w/w konstrukcji. Weryfikacja obliczeń numerycznych tłoczonych wyrobów z blach za pomocą programu Argus firmy GOM. Problematyka wymiany danych projektowych między systemami projektowania: naprawa geometrii półfabrykatów po translacji danych w formatach neutralnych. • Projektowanie wyprasek wtryskowych z wykorzystaniem modelowania powierzchniowego lub danych z inżynierii odwrotnej. Analizy technologiczności modeli wyprasek; w tym pochyłeń oraz grubości ścian; korekty pochyłeń ścian.</li> </ul>	
Komputerowe wspomaganie technologii	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>- podstawy technologii obróbki, geometryczne podstawy obróbki CNC, komputerowo wspomagany dobór parametrów obróbki, sterowanie i konstrukcja maszyn CNC, narzędzia i oprzyrządowanie, ustawienia narzędzi, - podstawy kodu NC, funkcje pomocnicze M, S, T, programowanie interpolacji kołowej, programowanie interpolacji kołowej, kompensacja promienia narzędzia, - organizacja pracy w systemach CAM, formaty wymiany danych, przygotowanie półfabrykatu, przygotowanie uzbrojenia obrabiarki pod obrabiany detal, tworzenie baz obróbkowych, układy współrzędnych, - programowanie automatyczne, dobór strategii obróbki, strategie zgrubne tokarskie i frezarskie, strategie wykończeniowe tokarskie i frezarskie, strategie wiertarskie, obróbka frezarska 2.5D, 3D, wieloosiowa, tworzenie i zapisywanie kodu NC.</li> </ul>	
Kontrola i metody badawcze	K_W02, K_U05, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> <li>Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej.</li> </ul>	
Materiały inżynierskie	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Podstawy doboru materiałów inżynierskich • Stopy tytanu • Stopy niklu • Współczesne materiały narzędziowe • Materiały polimerowe, ceramiczne i kompozytowe • Materiały i konstrukcje inteligentne • Stopy na osnowie fazy międzymetalicznych • Podstawy metalurgii proszków • Podstawy technologii wytwarzania monokryształów • Korozja metali • Inżynieria powierzchni</li> </ul>	
Mechanika analityczna	K_W01, K_U05, K_U06
<ul style="list-style-type: none"> <li>Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinetostatycznej. • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinetostatycznej. • Ogólne równanie dynamiki. • Kolokwium • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Kolokwium</li> </ul>	
Metody obliczeniowe i podstawy programowania	K_W01, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Paradygmaty programowania. Przegląd języków programowania. Algorytmy. Schematy blokowe • Środowisko Matlab, zmienne, wyrażenia, funkcje matematyczne, operacje we/wy • Instrukcja przypisania, obsługa plików, operacje tablicowe. Tablice komórkowe i struktury. Instrukcje sterujące warunkowe i iteracyjne. • Podprogramy. Algorytmy sortowania, wyszukiwania, obliczenia statystyczne • Matlab w przykładach</li> </ul>	

zastosowań: kinematyka, dynamika, mechanika, • Matlab - obliczenia symboliczne, pochodne, całkowanie, równania liniowe i nieliniowe, równania i układy równań różniczkowych • Metody symulacji układów dynamicznych - Simulink • Matlab - programowanie GUI	
Metody prototypowania	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego • Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów • Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania • Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie • Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu • Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji • Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów</li> </ul>	
Modelowanie w projektowaniu maszyn	K_W01, K_W03, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy procesów tarcia: rodzaje tarcia, prawa opisujące zjawisko tarcia. Podstawy procesów zużycia • Właściwości eksploatacyjne łożyskowania ślizgowego: podział łożysk ślizgowych, zastosowanie łożysk ślizgowych w konstrukcjach mechanicznych, materiały stosowane w budowie łożysk ślizgowych • Przyspieszone zużycie, uszkodzenia oraz metody zapobiegania uszkodzeniom łożysk ślizgowych • Podstawy projektowania łożysk ślizgowych: ogólne podstawy projektowania, analiza założeń i rozwiązań wstępnych, podział parametrów konstrukcyjnych, obliczenia wstępne i sprawdzające, analiza optymalizacyjna • Wielkości opisujące pracę łożysk ślizgowych. Podział modeli teoretycznych, podstawowe równania tarcia płynnego i spoczynkowego, krzywa Herseya – Striebecka. Metody rozwiązywania układu równań modelu matematycznego. • Charakterystyki statyczne i dynamiczne łożysk ślizgowych. Metody wyznaczania współczynników sztywności i tłumienia. Obszary stabilnej pracy łożyska ślizgowego. • Klasyfikacja łożysk tocznych, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych • Schematy łożyskowania, pasowanie łożysk, napięcie wstępne łożysk • Parametry pracy łożysk tocznych • Geometria zewnętrzna i wewnętrzna łożysk • Obciążenie elementów łożyska • Mechanika ruchu tocznego: rozkłady nacisków na powierzchniach kontaktu, odkształcenia elementów łożyska, toczenie bez i z poślizgami, tarcie w łożyskach tocznych • Metoda obliczeń wstępnych i sprawdzających • Zadanie projektowe nr1. Wykonanie projektu łożyskowania tocznego wału pośredniego przekładni dwustopniowej • Zadanie projektowe nr 2. Wyznaczyć geometrię i sprawdzić warunki pracy poprzecznego łożyska ślizgowego • Zaliczenie w formie kolokwium (termin 1 i poprawkowy)</li> </ul>	
Nowoczesne procesy odlewnicze	K_W05, K_U07
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach zimnokomorowych • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach gorąckomorowych • Nowoczesne stanowiska przygotowania ciekłego metalu • Grawitacyjne odlewanie kokilowe stopów aluminium • Odlewanie niskociśnieniowe. Wytwarzanie rdzeni metodą Hot box i Could box • Odlewanie precyzyjne. Stanowisko przygotowania zestawu modelowego • Odlewanie precyzyjne. Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form ceramicznych • Projektowanie układów wlewowych. Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.</li> </ul>	
Podstawy wymiany ciepła	K_W01, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przewodzenie-prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła, ogólne równanie przewodzenia. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe; przypadek płaskiej ścianki i rury. Opór cieplny przewodzenia. Konwekcja-prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła. Opór cieplny przejmowania ciepła. Nieustalona wymiana ciepła przez układy o prostej geometrii: układ skupiony (liczba Biota) i półprzestrzeń. Nieustalone przewodzenie ciepła przez układ o bardziej złożonej geometrii: prostopadłościan, walec; liczba Fouriera. Przenikanie ciepła, współczynnik przenikania ciepła; przypadek płaskiej ścianki i rury. Konwekcja wymuszona i swobodna (siła masowa): praktyczne podejście do obliczeń wymienianej mocy cieplnej przy użyciu liczb kryterialnych: Nusselta, Reynoldsa, Grashofa, Prandtl'a; ich definicje i interpretacja fizyczna. Promieniowanie cieplne; mechanizm fizyczny, właściwości ciała. Prawa promieniowania: prawo Stefana-Boltzmann'a, Kirchhoff'a, Plancka, Lamberta. Wymienniki ciepła - ogólna charakterystyka, rodzaje, przeponowe wymienniki ciepła - średnia charakterystyczna różnica temperatur. • 1. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów. Analiza niepewności pomiaru. Opracowanie wyników doświadczenia. 2. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym. 3. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem rurowym. 4. Wyznaczenie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego. 5. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze. 6. Określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła. 7. Doświadczalne określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła w ciele stałym.</li> </ul>	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sporządzenie planu pracy dyplomowej. • Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej • Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz. • Zredagowanie pracy dyplomowej. • Obrona pracy dyplomowej.</li> </ul>	
Praktyka dyplomowa (8 tyg.)	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</li> </ul>	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</li> </ul>	
Przedmiot human. 1 - Logika II	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definicja zbioru rozmytego i logiki rozmytej. Praktyczne zastosowania. Dylematy etyczne, moralno, prawne dla sztucznej inteligencji wykorzystującej procesy rozmyte.</li> </ul>	
Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	K_W04, K_W06
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Pojęcie i zakres prawnych i etycznych aspektów robotyki • 2. Robotyka a ochrona własności intelektualnej • 3. Robotyka a podatki • 4. Robotyka a prawo cywilne • 5. Robotyka a prawo pracy • Robotyka a prawo karne • Robotyka a zasady etyczne</li> </ul>	
Recykling	K_W04
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zasadnicze pojęcia związane z problematyką recyklingu. • Recykling odpadów opakowaniowych w Polsce i na świecie. • Recykling samochodów – odzyskiwanie materiałów z karoserii, silników, akumulatorów, katalizatorów, opon, płynów technicznych – zastosowanie recyklatów w budowie samochodów. • Recykling sprzętu elektrycznego i elektronicznego. • Recykling baterii. • Gospodarka odpadami w Polsce i na świecie. • Opracowanie projektu dla wybranego wyrobu pod względem: specyfikacji materiałów użytych do jego wykonywania oraz zastosowanych technologii produkcji, analizy cyklu życia, oceny możliwości i zasadności recyklingu materiałowego bądź surowcowego, określenia sposobu wykorzystania recyklatu, zaproponowania bardziej proekologicznej konstrukcji oraz technologii produkcji.</li> </ul>	
Robotyzacja produkcji	K_W02, K_W06, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1. Charakterystyka ogólna systemów robotyzacji. Robotyzacja w procesach wytwarzania • 2. Zasady projektowania i budowy zrobotyzowanych stanowisk i systemów wytwarzania stosowanych w procesach technologicznych, obsługa obrabiarek i maszyn technologicznych. • 3. Zrobotyzowane stanowiska manipulacji i paletyzacji. • 4. Zrobotyzowane stanowiska obróbkowe. Podstawy kinematyki robotów: układy współrzędnych, transformacje współrzędnych, struktury manipulatorów, zagadnienia proste i odwrotne kinematyki, statyka manipulatorów. Wstęp do sterowania i programowania robotów. Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi). • 5. Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM, NX CAM Robotics, Tecnomatix i SIEMENS Teamcenter. • Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi). Podstawowe funkcje języka Melfa Basic IV oraz Movemaster – instrukcje sterujące pozycją oraz ruchem ramienia manipulatora, instrukcje kontroli programu, instrukcje sterujące głowicą roboczą. Struktura i obsługa środowiska COSIROP do sterowania robotami Mitsubishi Melfa. Struktura i obsługa środowiska COSIMIR do tworzenia i symulacji pracy zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych. • Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM - oferuje zaawansowane i proste w zastosowaniu mechanizmy służące programowaniu maszyn CNC oraz robotów. System obsługuje m.in. funkcje takie jak obróbki od 2,5 do 5 osi, obróbka szybkościowa (HSM), toczenie, wiercenie i wycinanie drutowe. Ważna jest możliwość symulacji pracy maszyny – oraz części nieodzownego elementu testowania w systemie CAM, szczególnie w wypadku programowania maszyn pięcioosiowych bądź nowoczesnych –</li> </ul>	

wieloosiowych • NX CAM Robotics – wciąż rozwijany z wykorzystaniem najnowszej wiedzy i obsługi robotów przemysłowych. Moduł ten pozwala na pełną wizualizację pracy ramion robota, a także na wygodne programowanie optymalnych ruchów wszystkich jego osi wraz z wykrywaniem kolizji • Tecnomatix -jest obszernym programem łączącym w sobie wszystkie dziedziny produkcji z inżynierią produktu. To kompleksowy zestaw rozwiązań, który wspiera proces wytwarzania – od planowania i projektowania, symulacji i logistyki, poprzez wdrożenie produktów do rzeczywistej produkcji. Oprogramowanie wspierane jest przez platformę PLM Teamcenter Manufacturing, dzięki czemu zapewnia najszerszy wachlarz rozwiązań produkcyjnych dostępnych na rynku. Tecnomatix posiada narzędzia, które pozwalają na zarządzanie wiedzą na temat produktów i procesów oraz na analizę w obrębie jednego środowiska, co umożliwia zminimalizowanie ryzyka przerw w procesie produkcyjnym, wywołanych wadami projektu. • SIEMENS Teamcenter - jest obszernym pakietem oprogramowań stosowanych do zarządzania cyklem życia produktu (PLM). Daje możliwość integracji oraz współpracy wszystkich osób biorących udział w procesie cyklu życia produktu, przy wykorzystaniu wspólnego, ujednoliconego źródła wiedzy o procesach i produktach.	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_K02
• Etyka w pracy badawczej i pisanie prac dyplomowych. Prawa autorskie i ochrona własności intelektualnej w powiązaniu z pracą dyplomową • Przygotowanie do obrony pracy dyplomowej • Analiza opracowań studentów, dyskusja	
Systemy CAD/CAM/CAE	K_W03, K_U07
• Wprowadzenie do środowiska CAD. Rysowanie w szkicowniku - wymiarowanie i narzucanie wiązań. Modelowanie bryłowe - wyciągnięcia i wycięcia proste, po ścieżce, po profilach, przez obrót. Pochylenia ścian, tworzenie szyków, wstawianie żeber, grawerki. Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. Arkusze rysunkowe. Rysunek techniczny - rzuty, przekroje, wyrwania, widok szczegółów, wymiarowanie. Konfiguracje elementów. Szkice 3D. Złożenia - wstawianie części i podzłoża, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy – rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. Animacja montażu urządzenia, symulacja jego pracy. Gięcie blach. Konstrukcje spawane. Modelowanie powierzchniowe, Podstawowe analizy CAE	
Systemy CAD/CAM/CAE w obróbce mechanicznej	K_W03, K_U09
• Zapoznanie się z interfejsem i strukturą programu MSC. Marc/Mentat, poruszanie się po programie, zasady tworzenia modelu, jego dyskretyzacja, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów, uwagi na temat modelowania procesów plastycznego kształtowania. Modelowanie numeryczne procesu spęcznienia na zimno i na gorąco w osiowoosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wykręcania w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne zachowania się pod wpływem obciążeń materiałowych elastycznych (gum i elastomerów) na wybranym przykładzie, prezentacja i analiza wyników. Analiza procesu wytłaczania wytłoczką sztywnymi narzędziami dla dwóch przypadków: bez uwzględnienia i z uwzględnieniem anizotropii właściwości plastycznych kształtowanej blachy poprzez zastosowanie warunku plastyczności Hilla. Przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza uzyskanych wyników. • Komputerowe bazy danych właściwości tworzyw sztucznych. Zasady korzystania oraz modyfikacji. Przygotowanie modelu komputerowego do analiz CAE, rodzaje modeli i analiz MES, ustalanie warunków brzegowych i początkowych na wybranych przykładach praktycznych. Zapoznanie z budową i przeznaczeniem programu CAE do symulacji procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych: Autodesk MoldFlow MPI, import modeli CAD do środowiska CAE, dopuszczalne uproszczenia modeli, dyskretyzacja modelu geometrycznego i jej wpływ na wyniki modelowania numerycznego. Modelowanie numeryczne technologii wtryskiwania w systemie Moldflow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacje efektywności układu chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, optymalizacja geometrii układu wlewowego – imbalance ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE. Zasady korzystania z baz danych elementów znormalizowanych form wtryskowych, import modeli części do systemu CAD. • Możliwości wspomaganie komputerowego przetwórstwa tworzyw sztucznych i modelowania procesów przeróbki plastycznej, korzyści i problemy stosowania systemów Cax. Ogólna charakterystyka programów wykorzystywanych w tych obszarach. • Możliwości wymiany danych projektowych (operowanie wspólnym modelem) w poszczególnych modułach programów oraz pomiędzy różnymi systemami Cax. Integracja systemów Cax, materiałowe bazy danych oraz korzystanie z bibliotek elementów znormalizowanych. • Rodzaje elementów skończonych, ich charakterystyka oraz kryteria wyboru. Typowe modele geometryczne stosowane w analizach numerycznych. Przykłady zastosowania modeli bryłowych i powłokowych oraz ich definiowanie w programach CAE. Wpływ wielkości i rzędu elementów na wyniki obliczeń. • Podstawy prowadzenia symulacji CAE wybranych procesów przetwórstwa TS, właściwości fizyczne polimerów, modele reologiczne i termodynamiczne implementowane w systemach CAE, rodzaje analiz, rodzaje modeli komputerowych MES, wykorzystywanych w analizach CAE, podstawowe zależności między parametrami przetwórstwa, Wybór tworzywa do danej technologii przetwórstwa, kryteria, problemy. Obszary wykorzystania systemów CAX w projektowaniu form wtryskowych. • Przedstawienie metod analizy zagadnień inżynierskich z uwzględnieniem możliwości ich zastosowania w projektowaniu procesów technologicznych w obszarze przeróbki plastycznej. Znaczenie metod numerycznych we współczesnym projektowaniu procesów technologicznych i oprzyrządowania. • Podstawowe rodzaje analiz MES stosowanych w modelowaniu procesów przeróbki plastycznej. Źródła nieliniowości w modelowaniu zagadnień technologicznych oraz trudności z nimi związane. Modele materiałowe oraz ich znaczenie. • Techniki modelowania procesów technologicznych. Omówienie najczęściej stosowanych typów modeli i analiz na przykładach modelowania wybranych procesów przeróbki plastycznej. Prezentacja i interpretacja wyników. Znaczenie weryfikacji eksperymentalnej symulacji komputerowych.	
Technologia montażu	K_W05, K_U07
• Pojęcia podstawowe: proces produkcyjny, definicje montażu, elementy składowe procesu technologicznego montażu, klasyfikacja operacji procesu technologicznego montażu • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych montażu: zasady zapisu strukturalnego procesu technologicznego montażu, analiza danych konstrukcyjnych i technologicznych • Technologiczność konstrukcji wyrobów montowanych automatycznie: technologiczność konstrukcji montowanych zespołów, technologiczność konstrukcji montowanych części, ogólne zasady dopracowywania technologiczności konstrukcji, zasady projektowania wyrobów przeznaczonych do montażu automatycznego • Metody montażu i ich dokładność: zagadnienia ogólne dokładności montażu, czynniki konstrukcyjno-technologiczne powodujące błędy w montażu, metoda o pełnej zamienności, metoda o zamienności niepełnej, selekcyjna metoda montażu, metoda kompensacyjna • Montowalność części: zagadnienia ogólne łączenia części, cechy charakterystyczne montowanych elementów i ich klasyfikacja, zasady typizacji połączeń montażowych, montowalność części z powierzchniami walcowymi, płaskimi i śrubowymi. Badania montowalności typowych połączeń części maszyn • Zasady bazowania części w montażu maszyn: zasady wzajemnego ustalania części i zespołów, dobór baz montażowych, bazowanie części z powierzchniami płaskimi, walcowymi i śrubowymi • Test pisemny • Zastosowanie metody wykresłej do wyznaczenia ilości grup selekcyjnych podczas montażu wałka i tulei o jednakowych tolerancjach wykonania • Zastosowanie metody wykresłej do wyznaczenia ilości grup selekcyjnych podczas montażu wałka i tulei o różnych tolerancjach wykonania • Zastosowanie metod zamienności pełnej i częściowej w procesie technologicznym montażu	
Współczesne technologie wytwarzania	K_W02
• Współczesne technologie odlewnicze. • Współczesne technologie spajania: laser, wiązka elektronów, FSW. • Współczesne technologie cięcia: laser, strumień wody. • Współczesne technologie wytwarzania przyrostowego, napawania, regeneracji. • Współczesne technologie wykonywania modeli i prototypów. • Technologie odlewnicze: opracowanie modeli 3D, wykonywanie modeli metodami RP, kontrola odlewów z wykorzystaniem skanerów, odlewanie ciśnieniowe. • Technologie spawania: laserem, wiązką elektronową. • Technologie cięcia: laserem, strumieniem wody • Technologie wytwarzania przyrostowego: mikronapawanie, napawanie • Technologie wykonywania modeli i prototypów: druk 3D	
Zaawansowane metody matematyki stosowanej	K_W01, K_U05
• Rotacja, wariancja, dywergencja. • Całki wielokrotne. Wzór Greena-Gaussa-Ostrogradzkiego. • Równania różniczkowe wielu zmiennych.	
Zaawansowane metody modelowania CAD	K_W03, K_U08
• Symulacje kinematyczne w środowisku CAD • Problem zaokrąglenia powierzchni o wielu krawędziach zbiegających się w jednym punkcie. Modelowanie powierzchni złożonych. • Modelowanie brył z powierzchni złożonych przez pogrubianie. • Analiza MES obiektu o powierzchniach swobodnych. Rozwijanie powierzchni. • Tworzenie i stosowanie praw zadanych geometrycznie. Złożone powierzchnie gładkie. • Modelowanie krzywych zadanych układem równań parametrycznych. Optymalizacja - algorytm symulowanego wyzarcia. • Projektowanie z użyciem eksperymentu (DOE). Modelowanie złożonych powierzchni śrubowych.	
Zintegrowane systemy wytwarzania	K_W02, K_W05, K_U07
• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Techniki komputerowe w przedsiębiorstwie, przesłanki stosowania zintegrowanych systemów wytwarzania. Istota i zakres funkcjonalny systemów ERP. Elementy składowe zintegrowanego wytwarzania CAD/CAM/CAE/CIM. Systemy zarządzania danymi produktu oraz cyklem życia produktu (PDM, PLM). Systemy klasy ERP. Charakterystyka i możliwości komputerowego wspomaganie	

projektowania CAD. Oprzyrządowanie technologiczne w środowisku CAD. Katalogi elektroniczne oprzyrządowania oraz ich integracja ze środowiskiem modelowania. Obrabiarki w zintegrowanych systemach wytwarzania. Systemy automatyzacji w procesach obróbki. Robotyzacja w procesach wytwarzania. Istota programowania obrabiarek CNC. Cykle obróbkowe obrabiarek CNC. Komputerowe wspomaganie wytwarzania (CAM). Procedura przygotowania technologii obróbki części w środowisku CAM. Cykle obróbkowe CAM dla różnych typów obróbki oraz ich integracja z systemami sterowania obrabiarek CNC. Symulacja procesów obróbki w środowisku CAD/CAM. Komputerowo wspomaganą kontrolą jakości (CAQ). Techniki szybkiego wytwarzania. • Wydanie tematów projektów do wykonania projektu obróbki i oprzyrządowania technologicznego. Omówienie ogólnych zasad projektowania technologii obróbki części z wykorzystaniem oprogramowania CAD/CAM. Prezentacja katalogu elektronicznego elementów uchwytów składanych. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.

### 3.3. R - Robotyzacja i organizacja procesów wytwarzania, niestacjonarne

#### 3.3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	37 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	0 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	67 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	33 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	3 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

- związku efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwiniecie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1359&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	KW	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	KO	Mechanika analityczna	10	20	0	0	30	3	N	
1	KW	Metody obliczeniowe i podstawy programowania	10	0	10	0	20	2	N	
1	KW	Modelowanie w projektowaniu maszyn	20	0	0	20	40	5	T	
1	KW	Podstawy wymiany ciepła	10	0	10	0	20	2	N	
1	KI	Przedmiot human. 1 - Logika II	10	10	0	0	20	3	N	
1	KW	Systemy CAD/CAM/CAE	10	0	20	0	30	2	N	
1	KO	Współczesne technologie wytwarzania	10	0	20	0	30	2	N	
1	KI	Zaawansowane metody matematyki stosowanej	10	0	10	0	20	2	N	
1	KI	Zaawansowane programowanie robotów	10	0	20	0	30	5	T	
1	KW	Zintegrowane systemy wytwarzania	10	0	0	10	20	2	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>110</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>290</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KI	Automatyzacja	10	0	10	10	30	3	T	
2	KO	Dynamika maszyn	10	10	0	0	20	2	N	
2	KW	Język angielski 2 - terminologia techniczna	0	45	0	0	45	3	N	
2	KO	Materiały inżynierskie	10	0	10	0	20	2	N	
2	KI	Praktyka przemysłowa 1	0	0	0	0	0	2	N	
2	KW	Produkcja odchudzona	10	0	10	0	20	2	N	
2	KO	Projektowanie narzędzi i oprzyrządowania	10	0	10	0	20	2	N	
2	KI	Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	10	0	0	0	10	2	N	
2	KI	Robotyzacja procesów wytwarzania	10	0	20	0	30	3	T	
2	KI	Sterowanie i sterowniki	10	0	10	10	30	3	T	
2	KW	Systemy wirtualne	10	0	10	10	30	3	N	
2	KI	Technologie IT	10	0	20	0	30	3	N	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>100</b>	<b>55</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>285</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	KO	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	KI	Praktyka dyplomowa	0	0	0	0	0	3	N	
3	KW	Recykling	10	0	0	10	20	2	N	
3	KO	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	1	N	

3	KW	Sterowanie przepływem produkcji	10	0	10	0	20	2	N	
3	KO	Współczesne metody badawcze	10	0	10	0	20	2	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>30</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>240</b>	<b>115</b>	<b>210</b>	<b>85</b>	<b>650</b>	<b>90</b>	<b>5</b>	<b>0</b>

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.3.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	5
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	4
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	11 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	175 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	24
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	26 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	8 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	25 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	16
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	77.75 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	141 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	86 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1359&C=2019>

### 3.3.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1359&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja	K_W02, K_U09
<p>• 1. Definicje i funkcje systemu przepływu materiałów. System transportu przedmiotów: klasyfikacja środków transportowych, palety do transportu i magazynowania przedmiotów, środki transportu przedmiotów. 2. Podsystem składowania: klasyfikacja magazynów i podsystemów składowania, centralne magazyny składowania przedmiotów, wielostanowiskowe magazyny przedmiotów. • Podsystem manipulacji: manipulacja i urządzenia manipulacyjne. Definicje i funkcje podsystemu przepływu narzędzi. Podsystem przepływu narzędzi: elementy podsystemu zarządzania narzędziami, systemy narzędziowe, systemy kodowania narzędzi. • Automatyzacja obróbki na przykładzie wieloosiowego centrum tokarsko-frezarskiego. Analizy możliwości technicznych i funkcjonalnych integracji technologii Internetu Rzeczy w systemach automatyki • Sieci przemysłowe. Wizualizacja i symulacja procesów przemysłowych. Zapoznanie się z oprogramowaniem inżynierskim do projektowania i diagnozowania systemów automatyki przemysłowej. Opracowywanie algorytmów sterowania sekwencyjnego fragmentem procesu technologicznego lub maszyna. Tworzenie programów w językach graficznych i tekstowych na wybrany sterownik. Uruchomienie i testy zaprojektowanego systemu. Konfiguracja i parametryzacja regulatora procesowego, autostrojenie dla zadanego punktu pracy, testowanie. • Automatyzacja we współczesnym zakładzie produkcyjnym. Systemy komunikacyjne w automatyce przemysłowej. Wybrane elementy automatyki stosowane w zintegrowanych systemach sterowania. Systemy monitorowania i wizualizacji procesów przemysłowych. Aplikacje typu SCADA i panele operatorskie. • Systemy sterowania nadrzędnego (SCADA), ERP, MES. Celem jest przedstawienie hierarchicznych struktur sterowania. Omówienie warstw sterowania: bezpośredniej, nadrzędnej, operacyjnej, zarządzania. Przedstawienie systemów sterowania optymalnego. Wykorzystanie pakietu InTouch do monitorowania stanów zmiennych w sieci sterowników przemysłowych. Optymalizacja parametrów algorytmów sterowania w warstwie bezpośredniej realizowana w warstwie sterowania nadrzędnego. Rozproszony system sterowania nadrzędnego zrealizowany w oparciu o sieć Ethernet. Projekt adaptacyjnego systemu sterowania • Komputerowe systemy zarządzania gospodarką narzędziową. Automatyczny pomiar narzędzi, pomiary międzyoperacyjne. Systemy narzędziowe w tokarkach. Głowice narzędziowe, automatyczny pomiar narzędzi. Systemy narzędziowe w centrach obróbkowych. Magazyny narzędzi. Systemy automatycznego wydawania narzędzi i oprzyrządowania. Automatyczne podawanie i odbieranie półfabrykatów. Manipulatory w obrabiarkach sterowanych numerycznie. Systemy wymiany palet. • Metody detekcji uszkodzeń procesów przemysłowych, Metody lokalizacji uszkodzeń procesów przemysłowych. Modele matematyczne w diagnostyce procesów. optymalizację wykorzystania maszyny, procedury ustawcze, strukturalne gromadzenie danych i dokumentacji, obsługę nowych zamówień – harmonogramowanie, kontrolę stanu realizacji wykonywanej pracy, zarządzanie narzędziami (parametrami obróbki, offsetem itp.) • Urządzenia poziomu obiektowego – przemysłowe czujniki poziomu i przepływu. Urządzenia poziomu obiektowego – elektryczne urządzenia wykonawcze -</p>	

Napędy elektryczne, silniki krokowe, napędy z przemiennikami częstotliwości, siłowniki do przemieszczeń liniowych, elementy zabezpieczeń napędów, Sieci sterowania poziomu obiektowego – Modbus, Profibus, HART, sterowniki przemysłowe, Sieci sterowników – sterowanie rozproszone Poziom operatorski systemu hierarchicznego – systemy SCADA, Właściwości systemów SCADA. Przegląd systemów SCADA – InTouch, iFix, xWin, ASIX. Poziomy nadzór – Optymalizacja procesu technologicznego, zarządzanie produkcją, Rzeczywisty przykład przemysłowy – wielopoziomy system sterowania, Metodyka projektowania, wdrażania, rozruchu i serwisowania systemów automatyzacji • Zapoznanie się z ideologią tworzenia sieci przemysłowych – linie komunikacyjne i zasilające. Konfiguracja sieci Compobus/S, DeviceNet, Profibus, Profinet. Zdalna wymiana danych pomiędzy sieciami. Wysyłanie komend do wysłania i odbioru danych pomiędzy sterownikami. Zdalne łączenie się ze sterownikiem PLC firmy OMRON lub WAGO. Komunikacja z Siemens PLC przy użyciu routera przemysłowego. Projekt sterowania sterownikami PLC z poziomu panela HMI.	
Dynamika maszyn	K_W01, K_U05
• Pojęcia podstawowe • Ruch drgający w układach mechanicznych, modele dyskretne, drgania swobodne i wymuszone • Częstość drgań własnych, rezonans mechaniczny, wibroizolacja, metody pomiaru drgań mechanicznych • Klasyfikacja mechanizmów • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich, mechanizm korbowo wodzikowy, czworobok przegubowy, mechanizm jarmowy, mechanizm krzywkowy • Kinematyka mechanizmów zębatych, kinematyka przekładni obiegowych, zasada Willis'a • Manipulatory, manewrowość i strefa robocza, przykłady rozwiązań tych mechanizmów • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, modele zastępcze, równowaga kinetostatyczna mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, redukcja mas i sił, nierównomierność pracy układu • Sprawność mechanizmu. Wyważanie mechanizmów płaskich, wyważanie członów w ruchu obrotowym • Drgania wzdłużne, giętne, skrętne układu dyskretnego, częstości własne, charakterystyki. • Charakterystyka amplitudowo - częstotliwościowa, rezonans drgań, bezpieczne strefy pracy, charakterystyka fazowa - częstotliwościowa • Kinematyka mechanizmów, określenie równania kinematyki dowolnie wybranego punktu mechanizmu, przykład • Kinematyka mechanizmów zębatych, zasada Willis'a w przypadku kół walcowych i stożkowych, przykład • Analiza kinetostatyczna, określenie reakcji w parach kinematycznych, przykład określenia reakcji w przypadku mechanizmu płaskiego • Wyrównywanie mechanizmów, wyrównywanie statyczne i dynamiczne, modele zastępcze, przykład wyrównawania mechanizmu płaskiego • Kolokwium	
Język angielski 1	K_U01, K_U02
• Rodzaje materiałów - analiza materiału i ćwiczeń technicznych, analiza tekstu czytanego. • Procesy związane z materiałami - opis poszczególnych procesów wraz ze specjalistycznym słownictwem technicznym, słownik pojęć • Rysunek techniczny - analiza tekstu. Systemy CAD/CAM - materiały audiowizualne • Typy maszyn obróbkowych - rodzaje wraz z opisem, specjalistyczne słownictwo techniczne • Elektryczność - ćwiczenia leksykalne • Obwody elektryczne - rodzaje i charakterystyka, praca z tekstem • Tradycyjne i alternatywne źródła energii - analiza tekstów, czytanie ze zrozumieniem • Wytwarzanie energii - ćwiczenia praktyczne i quiz • Urządzenia elektroniczne, obwody elektroniczne - praca z tekstem i słownictwo techniczne • Telekomunikacja i sieci, środki transmisji danych • Ćwiczenia leksykalne • Topologie sieciowe - ćwiczenia i materiały audiowizualne • Technologie komputerowe - czytanie i burza mózgów • Internet - pisanie i studium przypadku	
Język angielski 2 - terminologia techniczna	K_U01, K_U02
• Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. • Omówienie wymogów technicznych. Rozumienie tekstu ze słuchu – analiza tekstu. Praca z tekstem . Przygotowanie pytań. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. • Ocena wykonalności. Analiza projektu. Rozumienie tekstu ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Usprawianie i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. • Procedury, zachowanie ostrożności w miejscu pracy. Rozumienie ze słuchu. Praca z tekstem. Produkcja - wymiana informacji między studentami. Standardy i uregulowania prawne. Ćwiczenia leksykalne. • Instrukcje i notatki. Analiza tekstów. Czytanie ze zrozumieniem. Pisanie: notatki informacyjne, instrukcje techniczne. Rozumienie instrukcji ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Systemy automatyczne: monitoring i kontrola. Słuchanie, mówienie, ćwiczenia leksykalne. • Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Teoria i praktyka. Opis testów i eksperymentów. Praca z tekstem • Przewidywanie i teorie – wyrażanie opinii i uzasadnień. Faktyczne wyniki testów a oczekiwania. • Opis przyczyn i skutków. Wydajność i przydatność. Analiza przypadku – farmy wiatrowe. • Siły fizyczne – przedstawienie i analiza na podstawie przykładów.	
Materiały inżynierskie	K_W01
• Podstawy doboru materiałów inżynierskich • Stopy tytanu • Stopy niklu • Współczesne materiały narzędziowe • Materiały polimerowe, ceramiczne i kompozytowe • Materiały i konstrukcje inteligentne • Stopy na osnowie faz międzymetalicznych • Podstawy metalurgii proszków • Podstawy technologii wytwarzania monokryształów • Korozja metali • Inżynieria powierzchni	
Mechanika analityczna	K_W01, K_U05, K_U06
• Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinetostatycznej. • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinetostatycznej. • Ogólne równanie dynamiki. • Kolokwium • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Kolokwium	
Metody obliczeniowe i podstawy programowania	K_W01, K_K01
• Paradigmaty programowania. Przegląd języków programowania. Algorytmy. Schematy blokowe • Środowisko Matlab, zmienne, wyrażenia, funkcje matematyczne, operacje wej/wy • Instrukcja przypisania, obsługa plików, operacje tablicowe. Tablice komórkowe i struktury. Instrukcje sterujące warunkowe i iteracyjne. • Podprogramy. Algorytmy sortowania, wyszukiwania, obliczenia statystyczne • Matlab w przykładach zastosowań: kinematyka, dynamika, mechanika, • Matlab - obliczenia symboliczne, pochodne, całkowanie, równania liniowe i nieliniowe, równania i układy równań różniczkowych • Metody symulacji układów dynamicznych - Simulink • Matlab - programowanie GUI	
Modelowanie w projektowaniu maszyn	K_W01, K_W03, K_U07, K_K01
• Podstawy procesów tarcia: rodzaje tarcia, prawa opisujące zjawisko tarcia. Podstawy procesów zużycia • Właściwości eksploatacyjne łożyskowania ślizgowego: podział łożysk ślizgowych, zastosowanie łożysk ślizgowych w konstrukcjach mechanicznych, materiały stosowane w budowie łożysk ślizgowych • Przypieszone zużycie , uszkodzenia oraz metody zapobiegania uszkodzeniom łożysk ślizgowych • Podstawy projektowania łożysk ślizgowych: ogólne podstawy projektowania, analiza założeń i rozwiązań wstępnych, podział parametrów konstrukcyjnych, obliczenia wstępne i sprawdzające, analiza optymalizacyjna • Wielkości opisujące pracę łożysk ślizgowych. Podział modeli teoretycznych, podstawowe równania tarcia płynnego i spoczynkowego, krzywa Herseya – Striebecka. Metody rozwiązywania układu równań modelu matematycznego. • Charakterystyki statyczne i dynamiczne łożysk ślizgowych. Metody wyznaczania współczynników sztywności i tłumienia. Obszary stabilnej pracy łożyska ślizgowego. • Klasyfikacja łożysk tocznych, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych • Schematy łożyskowania, pasowanie łożysk, napięcie wstępne łożysk • Parametry pracy łożysk tocznych • Geometria zewnętrzna i wewnętrzna łożysk • Obciążenie elementów łożyska • Mechanika ruchu tocznego: rozkłady nacisków na powierzchniach kontaktu, odkształcenia elementów łożyska, toczenie bez i z poślizgami, tarcie w łożyskach tocznych • Metoda obliczeń wstępnych i sprawdzających • Zadanie projektowe nr1. Wykonanie projektu łożyskowania tocznego wału pośredniego przekładni dwustopniowej • Zadanie projektowe nr 2. Wyznaczyć geometrię i sprawdzić warunki pracy poprzecznego łożyska ślizgowego • Zaliczenie w formie kolokwium (termin 1 i poprawkowy)	
Podstawy wymiany ciepła	K_W01, K_U05
• Przewodzenie-prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła, ogólne równanie przewodzenia. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe; przypadek płaskiej ścianki i rury. Opór cieplny przewodzenia. Konwekcja-prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła. Opór cieplny przejmowania ciepła. Nieustalona wymiana ciepła przez układy o prostej geometrii: układ skupiony (liczba Biot'a) i półprzestrzeń. Nieustalone przewodzenie ciepła przez układ o bardziej złożonej geometrii: prostopadłościan, walec; liczba Fouriera. Przenikanie ciepła, współczynnik przenikania ciepła; przypadek płaskiej ścianki i rury. Konwekcja wymuszona i swobodna (siła masowa): praktyczne podejście do obliczeń wymienianej mocy cieplnej przy użyciu liczb kryterialnych: Nusselta, Reynoldsa, Grashofa, Prandtl'a; ich definicje i interpretacja fizyczna. Promieniowanie cieplne; mechanizm fizyczny, właściwości ciała. Prawa promieniowania: prawo Stefana-Boltzmann'a, Kirchhoff'a, Plancka, Lamberta. Wymienniki ciepła - ogólna charakterystyka, rodzaje, przeponowe wymienniki ciepła - średnia charakterystyczna różnica temperatur. • 1. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów. Analiza niepewności pomiaru. Opracowanie wyników doświadczenia. 2. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym. 3. Pomiar współczynnika przewodzenia	

ciepła aparatem rurowym. 4. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego. 5. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze. 6. Określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła. 7. Doświadczalne określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła w ciele stałym.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_K01
• Sporządzenie planu pracy dyplomowej. • Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej • Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz. • Zredagowanie pracy dyplomowej. • Obrona pracy dyplomowej.	
Praktyka dyplomowa	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.	
Praktyka przemysłowa 1	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta	
Produkcja odchudzona	K_W02, K_W06, K_U07
• Istota zarządzania Lean Manufacturing, zasady szczupłej produkcji, szczuple praktyki wytwarzania. Charakterystyka wybranych narzędzi LM (TQM, kanban, Jidika, Andon, Chaku-chaku). • Zarządzanie wizualne w systemach produkcyjnych. • Zarządzanie przestrzenią roboczą z wykorzystaniem metody 5S • Kompleksowe utrzymanie maszyn TPM. Wskaźnik OEE. • Redukcja czasów przezbierania maszyn technologicznych - metoda SMED. • Zapobieganie bledom - Poka Yoke. System ZQC • Metoda 3P (Production, Preparation and Process). Projektowanie linii U-kształtnych. • Mapowanie strumienia Wartości VSM	
Projektowanie narzędzi i oprzyrządowania	K_W03, K_U09
• Modelowanie narzędzi i oprzyrządowania - wprowadzenie. • Modele opisu kształtu wybranych narzędzi skrawających. • Modelowanie właściwości mechanicznych wybranych elementów konstrukcji oprzyrządowania technologicznego. • Koncepcja analizy wytrzymałości części wykorzystująca metodę elementów skończonych (MES). Metody definiowania warunków brzegowych. Metody definiowania obciążeń. • Modelowanie właściwości materiałowych w systemach obliczeń wykorzystujących MES. • Modelowanie sztywności narzędzia z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES). • Modelowanie kształtu narzędzia skrawającego z zastosowaniem komputerowego wspomaganie projektowania; modelowanie narzędzia skrawającego wykorzystujące MES • Obliczenia wykonanych modeli, analiza wyników obliczeń oraz modyfikacja modeli początkowych w celu poprawy ich właściwości. • Modelowanie kształtu wybranego elementu oprzyrządowania technologicznego z zastosowaniem komputerowego wspomaganie projektowania; modelowanie wybranego elementu oprzyrządowania technologicznego wykorzystujące MES. • Obliczenia wybranego elementu oprzyrządowania technologicznego, analiza wyników obliczeń oraz modyfikacja modeli początkowych w celu poprawy ich właściwości.	
Przedmiot human. 1 - Logika II	K_W01
• Definicja zbioru rozmytego i logiki rozmytej. Praktyczne zastosowania. Dylematy etyczne, moralno, prawne dla sztucznej inteligencji wykorzystującej procesy rozmyte.	
Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	K_W04, K_W06
• Pojęcie i zakres prawnych i etycznych aspektów robotyki • Robotyka a ochrona własności intelektualnej • Robotyka a podatki • Robotyka a prawo cywilne • Robotyka a prawo pracy • Robotyka a prawo karne • Robotyka a zasady etyczne	
Recykling	K_W04
• Zasadnicze pojęcia związane z problematyką recyklingu. • Recykling odpadów opakowaniowych w Polsce i na świecie. • Recykling samochodów – odzyskiwanie materiałów z karoserii, silników, akumulatorów, katalizatorów, opon, płynów technicznych – zastosowanie recyklatów w budowie samochodów. • Recykling sprzętu elektrycznego i elektronicznego. • Recykling baterii. • Gospodarka odpadami w Polsce i na świecie. • Opracowanie projektu dla wybranego wyrobu pod względem: specyfikacji materiałów użytych do jego wykonywania oraz zastosowanych technologii produkcji, analizy cyklu życia, oceny możliwości i zasadności recyklingu materiałowego bądź surowcowego, określenia sposobu wykorzystania recyklatu, zaproponowania bardziej proekologicznej konstrukcji oraz technologii produkcji.	
Robotyzacja procesów wytwarzania	K_W02, K_W06, K_U09
• 1. Charakterystyka ogólna systemów robotyzacji. Robotyzacja w procesach wytwarzania • 2. Zasady projektowania i budowy zrobotyzowanych stanowisk i systemów wytwarzania stosowanych w procesach technologicznych, obsłudze obrabiarek i maszyn technologicznych. • 3. Zrobotyzowane stanowiska manipulacji i paletyzacji. • 4. Zrobotyzowane stanowiska obróbkowe. Podstawy kinematyki robotów: układy współrzędnych, transformacje współrzędnych, struktury manipulatorów, zagadnienia proste i odwrotne kinematyki, statyka manipulatorów. Wstęp do sterowania i programowania robotów. Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi). • 5. Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM, NX CAM Robotics, Tecnomatix i SIEMENS Teamcenter. • Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi). Podstawowe funkcje języka Melfa Basic IV oraz Movemaster – instrukcje sterujące pozycją oraz ruchem ramienia manipulatora, instrukcje kontroli programu, instrukcje sterujące głowicą roboczą. Struktura i obsługa środowiska COSIROP do sterowania robotami Mitsubishi Melfa. Struktura i obsługa środowiska COSIMIR do tworzenia i symulacji pracy zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych. • Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM - oferuje zaawansowane i proste w zastosowaniu mechanizmy służące programowaniu maszyn CNC oraz robotów. System obsługuje m.in. funkcje takie jak obróbki od 2,5 do 5 osi, obróbka szybkościowa (HSM), toczenie, wiercenie i wycinanie drutowe. Ważna jest możliwość symulacji pracy maszyny – coraz częściej nieodzownego elementu testowania w systemie CAM, szczególnie w wypadku programowania maszyn pięcioosiowych bądź nowoczesnych – wieloosiowych • NX CAM Robotics – wciąż rozwijany z wykorzystaniem najnowszej wiedzy i obsługi robotów przemysłowych. Moduł ten pozwala na pełną wizualizację pracy ramion robota, a także na wygodne programowanie optymalnych ruchów wszystkich jego osi wraz z wykrywaniem kolizji • Tecnomatix - jest obszernym programem łączącym w sobie wszystkie dziedziny produkcji z inżynierią produktu. To kompleksowy zestaw rozwiązań, który wspiera proces wytwarzania – od planowania i projektowania, symulacji i logistyki, poprzez wdrożenie produktów do rzeczywistej produkcji. Oprogramowanie wspierane jest przez platformę PLM Teamcenter Manufacturing, dzięki czemu zapewnia najszerszy wachlarz rozwiązań produkcyjnych dostępnych na rynku. Tecnomatix posiada narzędzia, które pozwalają na zarządzanie wiedzą na temat produktów i procesów oraz na analizę w obrębie jednego środowiska, co umożliwiła zminimalizowanie ryzyka przerw w procesie produkcyjnym, wywołanych wadami projektu. • SIEMENS Teamcenter - jest obszernym pakietem oprogramowań stosowanych do zarządzania cyklem życia produktu (PLM). Daje możliwość integracji oraz współpracy wszystkich osób biorących udział w procesie cyklu życia produktu, przy wykorzystaniu wspólnego, ujednoliconego źródła wiedzy o procesach i produktach.	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_K02
• Etyka w pracy badawczej i pisaniu prac dyplomowych. Prawa autorskie i ochrona własności intelektualnej w powiązaniu z pracą dyplomową • Przygotowanie do obrony pracy dyplomowej • Analiza opracowań studentów, dyskusja	
Sterowanie i sterowniki	K_W02, K_U09
• 1. Wprowadzenie, zmienne systemowe w sterowniku TSX Micro. 2. Struktura wielozadaniowa w sterowniku TSX Micro grupy Schneider. • 3. Bloki organizacyjne w sterownikach Simatic S7. 4. Funkcje systemowe i przerwania w sterownikach Simatic S7. 5. Rejestry specjalne w sterownikach Simatic firmy Siemens. • 6. Bezprzewodowa komunikacja sterowników PLC. 7. Zbiory rozmyte i ich własności, działania na zbiorach rozmytych. 8. Relacje rozmyte, rozmyte schematy wnioskowania, reguły rozmytej implikacji. • 9. Struktura regulatora rozmytego, regulator Mamdaniego, regulator Takagi-Sugeno. 10. Norma 61131-7 i przegląd oprogramowania „fuzzy” w sterownikach PLC. • 11. Rozmyta sieć Petriego – definicje, własności, opis algebraiczny i metoda syntezy sieci. 12. Metoda syntezy rozmytej sieci Petriego i przykłady zastosowania sieci w sterowaniu. 13. ZAAWANSOWANE PROGRAMOWANIE STEROWNIKÓW LOGICZNYCH SIEMENS SIMATIC S7-1200 • ZAAWANSOWANE PROGRAMOWANIE STEROWNIKÓW LOGICZNYCH SIEMENS SIMATIC S7-1200 1. Nowy projekt i konfiguracja sprzętowa sterownika S7-1200 2. Rozkazy binarne w reprezentacji LAD z wykorzystaniem TIA 3. Nazwy symboliczne – tagi oraz komentarze w programie 4. Upload – Pobranie programu ze sterownika 5. Zmienne typu INT, UINT, DINT, UDINT, REAL i konwersje między formatami zmiennych 1. Moduły analogowe wejściowe i wyjściowe 2. Bloki danych DB 3. Wykorzystanie tablic deklaracji zmiennych 4. Bloki funkcyjne FB 5. Diagnostyka CPU 6. Analiza projektu z wykorzystaniem Cross-references 7. Porównanie zawartości sterownika z projektem – Compare online/offline 8. Forsowanie zmiennych • 1. Wykorzystanie zegara czasu rzeczywistego CPU 2. Time of day interrupt – Przerwania na podstawie zegara czasu rzeczywistego (OB 10) 3.	



Time delay interrupt – Przerwania opóźnione (OB 20) 4. Cyclic interrupt – Przerwania cykliczne (OB 30) 5. Hardware interrupt – Przerwania sprzętowe (OB 40) 6. Zachowanie sterownika po przejściu w stan STOP oraz proces rozruchu CPU (OB 100) 7. Zaawansowane opcje związane z podtrzymywaniem danych w blokach DB 8. Szybkie liczniki sprzętowe • 1. Funkcje technologiczne – wyjścia impulsowe w sterowaniu silnikiem krokowym 2. Rozkazy przesuwania i rotacji 3. Operacje logiczne na słowach 4. Web server udostępniany przez CPU 5. User Pages – własne strony www na serwerze CPU 6. Archiwizacja danych w pamięci CPU – Data Logging • 1. Poziomy zabezpieczeń programu i sterownika 2. Podstawy wykorzystania języka SCL 3. Narzędzie graficznego monitorowania zmiennych Traces 4. Wprowadzenie do projektowania wizualizacji w TIA Portal 5. Archiwizacja projektu • - Charakterystyka konstrukcyjna i funkcjonalna PLC. Urządzenia wejściowe i wyjściowe dla PLC, przetworniki pomiarowe, elementy wykonawcze. Języki programowania sterowników PLC - norma PN-EN-61131. Tworzenie algorytmu sterowania procesem. Sterowanie procesami ciągłymi – algorytmy, konfiguracja i autostrojenie regulatorów. 2. • Zapoznanie z zasadami konfiguracji i wykorzystania modułów analogowych, przerwań, liczników sprzętowych • Wykorzystanie funkcji technologicznych, logowania danych, serwera www • Zdobycie umiejętności wykonania modyfikacji na panelach operatorskich • Zapoznanie Studentów z tworzeniem aplikacji w języku SCL • Pozyskanie wiedzy dotyczącej sposobu konfiguracji i uruchamiania wymiany danych pomiędzy sterownikami poprzez Ethernet	
Sterowanie przepływem produkcji	K_W05, K_U07
• Systemy logistyczne w zabezpieczeniu procesów wytwarzania. Półfabrykaty w procesie produkcji • Systemy organizacji produkcji. • Systemy modelowania procesów technologicznych • Systemy klasy ERP • Zagadnienia BHP w zakładzie produkcyjnym • Systemy CAD/CAM • System zarządzania dokumentacją TeamCenter • System INFOR LN	
Systemy CAD/CAM/CAE	K_W03, K_U07
• Wprowadzenie do środowiska CAD. Rysowanie w szkicowniku - wymiarowanie i narzucanie wiązań. Modelowanie bryłowe - wyciągnięcia i wycięcia proste, po ścieżce, po profilach, przez obrót. Pochylenia ścian, tworzenie sztyków, wstawianie żeber, grawerki. Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. Arkusze rysunkowe. Rysunek techniczny - rzuty, przekroje, wyrwania, widok szczegółów, wymiarowanie. Konfiguracja elementów. Szkice 3D. Złożenia – wstawianie części i podzwojeń, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy – rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. Animacja montażu urządzenia, symulacja jego pracy. Gięcie blach. Konstrukcje spawane. Modelowanie powierzchniowe	
Systemy wirtualne	K_W02, K_U08
• Proces produkcji, proces technologiczny • Systemy logistyczne w procesie wytwarzania • Systemy CAE, CIM, CAPP • Systemy CAD, CAM • Systemy wirtualne rzeczywistości. Fabryka 4.0 • Zagadnienia BHP • pakiet NX CAD • pakiet NX CAM • system SIMATIC • system TECNOMATIX	
Technologie IT	K_W02, K_U03, K_U08
• Podstawy szeregowych protokołów komunikacyjnych • Podstawy sieciowych protokołów komunikacyjnych • Sterowanie silnikami krokowymi z poziomu mikroprocesora • Sterowanie napędami servo z poziomu mikroprocesora • Systemy czasu rzeczywistego • Podstawy programowania mikroprocesorów: podstawy języka C/C++, komunikacja z komputerem za pośrednictwem portu szeregowego • Sterowanie silnikiem krokowym z poziomu mikroprocesora • Sterowanie napędem servo z poziomu mikroprocesora • Wykonanie dokumentacji wstępnej i opracowanie architektury projektu zaliczeniowego • Realizacja projektu zaliczeniowego: opracowanie oprogramowania i dokumentacji	
Współczesne metody badawcze	K_W02, K_U05, K_U08
• Przygotowanie materiałów do badań: próbek, detali, komponentów, elementów po eksploatacji. • Badania składu chemicznego materiałów: spektroskopy stacjonarne, przenośne, mikroanaliza. Dyfraktometr rentgenowski: analiza fazowa, analiza naprężeń. • Badania właściwości materiałów: twardość, mikrotwardość, nanoidentacja, scratch, wytrzymałość, udurowienie. • Badania metalograficzne: mikroskop optyczny, mikroskop stereoskopowy, mikroskop skaningowy, analiza obrazu mikrostruktury. • Współczesne narzędzia pomiarowe: skaner 3D, tomograf, profilometr 3D - rekonstrukcja części maszyn, analiza niezgodności, analiza struktury geometrycznej powierzchni. • Przygotowanie materiałów badawczych do ciecia, preparatyka próbek i zglądów metalograficznych. • Badania składu chemicznego: spektrometr, mikroanaliza, dyfraktometr. • Nanoidentacja: właściwości materiałów i wydzielen strukturalnych. • Analiza obrazu mikrostruktury z mikroskopu optycznego i skaningowego. • Badania materiałów i komponentów z wykorzystaniem tomografu.	
Współczesne technologie wytwarzania	K_W02
• Współczesne technologie odlewnicze. • Współczesne technologie spajania: laser, wiązka elektronów, FSW. • Współczesne technologie cięcia: laser, strumień wody. • Współczesne technologie wytwarzania przyrostowego, napawania, regeneracji. • Współczesne technologie wykonywania modeli i prototypów. • Technologie odlewnicze: opracowanie modeli 3D, wykonywanie modeli metodami RP, kontrola odlewów z wykorzystaniem skanerów, odlewanie ciśnieniowe. • Technologie spawania: laserem, wiązką elektronową. • Technologie cięcia: laserem, strumieniem wody • Technologie wytwarzania przyrostowego: mikronapawanie, napawanie • Technologie wykonywania modeli i prototypów: druk 3D	
Zaawansowane metody matematyki stosowanej	K_W01, K_U05
• Rotacja, wariacja, dywergencja. • Całki wielokrotne. Wzór Greena-Gaussa-Ostrogradzkiego. • Równania różniczkowe wielu zmiennych.	
Zaawansowane programowanie robotów	K_W02, K_U08
• 1. Przygotowanie robota do pracy: Menu systemowe, formy zapisu zmiennych i konfiguracja parametrów systemowych robota, Ograniczenie przestrzeni roboczej manipulatora, Kalibracja robota (w sytuacji awaryjnej), Określanie rzeczywistego obciążenia użytecznego manipulatora (Payload), Ograniczanie przeciążeniowych momentów obrotowych i określanie zakresu prędkości i przyspieszeń, Konfiguracja układu wejść-wyjść 2. Realizacja czynności manipulacyjnych: Układy współrzędnych robota, Definiowanie dodatkowych układów współrzędnych: narzędzia i użytkownika, Sterowanie on-line robotem i realizacja podstawowych i zaawansowanych czynności manipulacyjnych, Charakterystyka wybranych błędów, alarmów i sytuacji awaryjnych 3. Programowanie samouczące on-line w zakresie projektowania trajektorii: Tworzenie nowego i edycja istniejącego programu, zarządzanie programami, Instrukcje pozycjonowania robota (Joint, Linear, Circular Motion) i ich parametry, Edycja wybranych parametrów instrukcji oraz całych instrukcji, Uruchamianie programów robotowych w trybie testowym oraz w automatycznym cyklu pracy 4. Programowanie samouczące on-line w zakresie instrukcji obsługowych: Rejestry (zwykłe), rejestry pozycji i programowanie parametryczne, Instrukcje obsługi wejść/wyjść, Instrukcje warunkowe (wait, if/select), Instrukcje skoku w obrębie programu i skoku programowego, Instrukcje przesunięcia (offset), Pozostałe instrukcje obsługowe 5. Programowanie zaawansowane robotów Kuka trybie on-line z wykorzystaniem panelu komunikacyjnego Programowanie robotów Kuka w środowisku KukaSimPro • Ćwiczenia praktyczne na stanowisku zrobotyzowanym w zakresie programowania on-line: Praktyczna realizacja przykładowych programów dla wybranych zastosowań robota, Dodatkowe instrukcje dostępne z komendami ruchu – Tool offset, Time Before itp. PDCS – Dual Check Safety. Tworzenie strefy ochronnej wokół narzędzia Tworzenie statycznej strefy bezpiecznej • Image Backup – wykonywanie, przywracanie po awarii. Start kontrolowany. Funkcje sieciowe CGTP, FTP. Background Logic. Limity osi. Wymiana płyty głównej. Wejścia wyjścia grupowe. Mastering po wymianie silnika – obliczanie dokładnego masteringu. Przepisanie masteringu po wymianie manipulatora. Tworzenie interface HMI. Funkcja korekty i konwersji programu. • Dodatkowe instrukcje dostępne z komendami ruchu, Zmienne systemowe i użytkownika, Programowanie wybranych instrukcji logicznych, Poprawianie instrukcji logicznych, Opis dostępnych instrukcji programowania oraz podstawowych struktur, Programowanie pętli, warunków logicznych, sterowanie przebiegiem programu, Programowanie przyrostowe, Analiza struktury i działania programów wykonawczych. • Wyjaśnienie schematu działania programu, Konfiguracja robota do pracy automatycznej w trybie AutoEXT- program główny i współpracujących z nim podprogramów, Wykonywanie programu w trybie pracy ręcznej i automatycznej AUT, Programowanie własnych dialogów programowych • Omówienie języka KRL robota Kuka umie zastosować metody sztucznej inteligencji, głównie sztuczne sieci neuronowe i układy z logiką rozmytą, w sterowaniu mobilnych robotów kołowych i robotów manipulacyjnych.	
Zintegrowane systemy wytwarzania	K_W02, K_W05, K_U07
• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Techniki komputerowe w przedsiębiorstwie, przesłanki stosowania zintegrowanych systemów wytwarzania. Istota i zakres funkcjonalny systemów ERP. Elementy składowe zintegrowanego wytwarzania CAD/CAM/CAE/CIM. Systemy zarządzania danymi produktu oraz cyklem życia produktu (PDM, PLM). Systemy klasy ERP. Charakterystyka i możliwości komputerowego wspomaganie projektowania CAD. Oprzyrządowanie technologiczne w środowisku CAD. Katalogi elektroniczne oprzyrządowania oraz ich integracja ze środowiskiem modelowania. Obrabiarki w zintegrowanych systemach wytwarzania. Systemy automatyzacji w procesach obróbki. Robotyzacja w procesach wytwarzania. Istota programowania obrabiarek CNC. Cykle obróbkowe obrabiarek CNC. Komputerowe wspomaganie wytwarzania (CAM). Procedura przygotowania technologii obróbki części w środowisku CAM. Cykle obróbkowe CAM dla różnych typów obróbki oraz ich integracja z systemami sterowania obrabiarek CNC. Symulacja procesów obróbki w środowisku CAD/CAM. Komputerowo wspomaganie kontrola jakości (CAQ). Techniki szybkiego wytwarzania. • Wydanie tematów projektów do wykonania projektu obróbki i oprzyrządowania technologicznego. Omówienie ogólnych zasad projektowania technologii obróbki części z wykorzystaniem oprogramowania CAD/CAM. Prezentacja katalogu elektronicznego elementów uchwytów składanych. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.	

### 3.4. W - Informatyczne wspomaganie procesów wytwarzania, niestacjonarne

#### 3.4.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	36 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	0 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	66 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	33 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	3 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	--

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1377&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.4.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	KW	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
1	KW	Komputerowe wspomaganie projektowania	10	0	20	0	30	5	T	
1	KO	Mechanika analityczna	10	20	0	0	30	3	N	
1	KW	Metody obliczeniowe i podstawy programowania	10	0	10	0	20	2	N	
1	KW	Modelowanie w projektowaniu maszyn	20	0	0	20	40	5	T	
1	KW	Podstawy wymiany ciepła	10	0	10	0	20	2	N	
1	KI	Przedmiot human. 1 - Logika II	10	10	0	0	20	3	N	
1	KW	Systemy CAD/CAM/CAE	10	0	20	0	30	2	N	
1	KO	Współczesne technologie wytwarzania	10	0	20	0	30	2	N	
1	KI	Zaawansowane metody matematyki stosowanej	10	0	10	0	20	2	N	
1	KW	Zintegrowane systemy wytwarzania	10	0	0	10	20	2	N	
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>110</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>290</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
2	KO	Dynamika maszyn	10	10	0	0	20	2	N	
2	KW	Język angielski 2 - terminologia techniczna	0	45	0	0	45	3	N	
2	KW	Komputerowe wspomaganie projektowania półfabrykatów	10	0	20	0	30	3	T	
2	KW	Komputerowe wspomaganie technologii	10	0	10	10	30	3	T	
2	KO	Materiały inżynierskie	10	0	10	0	20	2	N	
2	KW	Metody prototypowania	10	0	10	0	20	2	N	
2	KO	Nowoczesne procesy odlewnicze	10	0	20	0	30	3	N	
2	KI	Praktyka przemysłowa 1	0	0	0	0	0	2	N	
2	KI	Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	10	0	0	0	10	2	N	
2	KW	Systemy CAD/CAM/CAE w obróbce mechanicznej	10	0	20	0	30	3	N	
2	KW	Technologia montażu	10	0	0	10	20	2	N	
2	KW	Zaawansowane metody modelowania CAD	10	0	20	0	30	3	T	
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>100</b>	<b>55</b>	<b>110</b>	<b>20</b>	<b>285</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
3	KO	Kontrola i metody badawcze	10	0	10	0	20	2	N	
3	KO	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	20	N	
3	KI	Praktyka dyplomowa	0	0	0	0	0	3	N	
3	KW	Recykling	10	0	0	10	20	2	N	
3	KI	Robotyzacja produkcji	10	0	10	0	20	2	N	
3	KO	Seminarium dyplomowe	0	0	0	15	15	1	N	
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>30</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>	<b>240</b>	<b>115</b>	<b>220</b>	<b>75</b>	<b>650</b>	<b>90</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
------------------------------------	------------	------------	------------	-----------	------------	-----------	----------	----------

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

### 3.4.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	5
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	4
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	0
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	8 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	0 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	203 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	24
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	28 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	25 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	15
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	93.75 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	123 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	16
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	105 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1377&C=2019>

### 3.4.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1377&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Dynamika maszyn	K_W01, K_U05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pojęcia podstawowe • Ruch drgający w układach mechanicznych, modele dyskretne, drgania swobodne i wymuszone • Częstota drgań własnych, rezonans mechaniczny, wibroizolacja, metody pomiaru drgań mechanicznych • Klasyfikacja mechanizmów • Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich, mechanizm korbowo wodzikowy, czworobok przegubowy, mechanizm jarzmowy, mechanizm krzywkowy • Kinematyka mechanizmów zębatych, kinematyka przekładni obiegowych, zasada Willis'a • Manipulatory, manewrowość i strefa robocza, przykłady rozwiązań tych mechanizmów • Dynamika wybranych mechanizmów płaskich, modele zastępcze, równowaga kinetostatyczna mechanizmów płaskich, reakcje w parach kinematycznych, redukcja mas i sił, nierównomierność pracy układu • Sprawność mechanizmu. Wyważenie mechanizmów płaskich, wyważenie członów w ruchu obrotowym • Drgania wzdłużne, giętne, skrętne układu dyskretnego, częstości własne, charakterystyki. • Charakterystyka amplitudowo - częstotliwościowa, rezonans drgań, bezpieczne strefy pracy, charakterystyka fazowo - częstotliwościowa • Kinematyka mechanizmów, określenie równania kinematyki dowolnie wybranego punktu mechanizmu, przykład • Kinematyka mechanizmów zębatych, zasada Willis'a w przypadku kół walcowych i stożkowych, przykład • Analiza kinetostatyczna, określenie reakcji w parach kinematycznych, przykład określenia reakcji w przypadku mechanizmu płaskiego • Wyrównoważanie mechanizmów, wyrównoważanie statyczne i dynamiczne, modele zastępcze, przykład wyrównoważenia mechanizmu płaskiego • Kolokwium</li> </ul>	
Język angielski 1	K_U01, K_U02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rodzaje materiałów - analiza materiału i ćwiczeń technicznych, analiza tekstu czytanego. • Procesy związane z materiałami - opis poszczególnych procesów wraz ze specjalistycznym słownictwem technicznym, słownik pojęć • Rysunek techniczny - analiza tekstu. Systemy CAD/CAM - materiały audiowizualne • Typy maszyn obróbczych - rodzaje wraz z opisem, specjalistyczne słownictwo techniczne • Elektryczność - ćwiczenia leksykalne • Obwody elektryczne - rodzaje i charakterystyka, praca z tekstem • Tradycyjne i alternatywne źródła energii - analiza tekstów, czytanie ze zrozumieniem • Wytwarzanie energii - ćwiczenia praktyczne i quiz • Urządzenia elektroniczne, obwody elektroniczne - praca z tekstem i słownictwo techniczne • Telekomunikacja i sieci, środki transmisji danych - ćwiczenia leksykalne • Topologie sieciowe - ćwiczenia i materiały audiowizualne • Technologie komputerowe - czytanie i burza mózgów • Internet - pisanie i studium przypadku</li> </ul>	
Język angielski 2 - terminologia techniczna	K_U01, K_U02
<ul style="list-style-type: none"> <li>Omówienie napraw i konserwacji. Ćwiczenia leksykalne. Analiza tekstu słuchanego i czytanego. • Omówienie wymogów technicznych. Rozumienie tekstu ze słuchu - analiza tekstu. Praca z tekstem. Przygotowanie pytań. • Proponowanie rozwiązań. Studium przypadku. Praca z tekstem. Ćwiczenia leksykalne. • Ocena wykonalności. Analiza projektu. Rozumienie tekstu ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Usprawnienia i poprawki. Przedstawianie problemów. Sugestie dotyczące usprawnień technicznych. Rozumienie ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. Dyskusja. • Procedury, zachowanie ostrożności w miejscu pracy. Rozumienie ze słuchu. Praca z tekstem. Produkcja - wymiana informacji między studentami.</li> </ul>	

Standardy i uregulowania prawne. Ćwiczenia leksykalne. • Instrukcje i notatki. Analiza tekstów. Czytanie ze zrozumieniem. Pisanie: notatki informacyjne, instrukcje techniczne. Rozumienie instrukcji ze słuchu. Ćwiczenia leksykalne. • Systemy automatyczne: monitoring i kontrola. Słuchanie, mówienie, ćwiczenia leksykalne. • Odczyty danych z urządzeń. Praca z tekstem, czytanie, mówienie i słuchanie. Ćwiczenia leksykalne. • Teoria i praktyka. Opis testów i eksperymentów. Praca z tekstem • Przewidywanie i teorie – wyrażanie opinii i uzasadnień. Faktyczne wyniki testów a oczekiwania. • Opis przyczyn i skutków. Wydajność i przydatność. Analiza przypadku – farmy wiatrowe. • Siły fizyczne – przedstawienie i analiza na podstawie przykładów.	
Komputerowe wspomaganie projektowania	K_W03, K_U09
<p>• Wprowadzenie do obsługi programu Autodesk Inventor - uruchamianie programu, dostosowywanie interfejsu użytkownika, tworzenie części brylowych (przykład modelowania bryły, tworzenie szkicu, wprowadzanie i edycja wiązań), oglądanie modeli. Tworzenie dokumentacji części. • Modelowanie powierzchniowe i hybrydowe w programie Inventor. Projektowanie konstrukcji z blach, tworzenie dokumentacji. • Tworzenie zespołów - techniki tworzenia zespołów, edycja zespołu, wiązania ustalające, biblioteki elementów znormalizowanych, projektowanie spawanych zespołów (przykład złożenia podnośnika śrubowego). • Tworzenie zespołów - adaptacyjność części, wiązania ruchu, sterowanie wiązaniami, analiza kolizji (przykład złożenia silownika hydraulicznego). Tworzenie dokumentacji zespołu. • Parametryzacja –rodzaje, tworzenie komponentu iPart. Parametryzacja w zespole (zespół sprężyny silownika – zastosowanie szkicu 3D), tworzenie komponentu iAssembly. • Obliczenia geometryczne i wytrzymałościowe na przykładzie kalkulatora wałków i przekładni. • Generator ramy - analiza ram. Analiza naprężeń, symulacja dynamiczna, analiza modalna - możliwości zastosowania w programie Inventor. • Informacje wstępne (projekt, interfejs). Modelowanie i tworzenie dokumentacji bryły z zastosowaniem zaawansowanych elementów kształtujących (rys. kolo pasowe.pdf); • Wykonanie bryły z zastosowaniem techniki modelowania wielobrylowego oraz modelowania powierzchniowego (rys. dzwignia.pdf). • Zastosowanie parametryzacji w modelowaniu części. Tworzenie iPart'a • Tworzenie zespołów z istniejących części (rodzaje wiązań, wykorzystanie elementów znormalizowanych, analiza kolizji). Generowanie dokumentacji 2D zespołu. • Zastosowanie Design Accelerator w projektowaniu przekładni i wałów maszynowych. Analiza MES części. • Zaliczenie</p>	
Komputerowe wspomaganie projektowania półfabrykatów	K_W03, K_U09
<p>• Zapoznanie ze strukturą oraz interfejsem graficznym stosowanego systemu CAD • Projektowanie giętych półfabrykatów z cienkich blach bez i z cechami przetłoczeń. Definiowanie materiału blachy, parametrów geometrycznych gięcia; ustalenie wymiarów wykroju, ocena poprawności projektu – korekty wymiarów paneli składowych uwzględniające możliwości ich wytworzenia.Tworzenie katalogu cech konstrukcyjnych dla półfabrykatów z cienkich blach: typy cech konstrukcyjnych dla półfabrykatów z blach, definiowanie i modyfikacja cech . Optymalizacja rozmieszczenia wykrojów na arkuszu blachy, wykonywanie złożów konstrukcji blaszanych, analiza kolizyjności w złożeniach. Generowanie dokumentacji technicznej wyrobów z uwzględnieniem półfabrykatu na wspólnym arkuszu rysunkowym. • Zaprojektowanie minimum czterech sztuk półfabrykatów z blach dla zadanego złożenia, wykonanie dokumentacji technicznej • Projektowanie konstrukcji blaszanych o cechach konstrukcyjnych z powierzchniami nierozwijalnymi, Obliczenia kształtu i wymiarów półfabrykatów dla w/w konstrukcji. Weryfikacja obliczeń numerycznych tłoczonych wyrobów z blach za pomocą programu Argus firmy GOM. Problematyka wymiany danych projektowych między systemami projektowania: naprawa geometrii półfabrykatów po translacji danych w formatach neutralnych. • Projektowanie wyprasek wtryskowych z wykorzystaniem modelowania powierzchniowego lub danych z inżynierii odwrotnej. Analizy technologiczności modeli wyprasek; w tym pochyłeń oraz grubości ścian; korekty pochyłeń ścian.</p>	
Komputerowe wspomaganie technologii	K_W03, K_U09
<p>• - organizacja pracy w systemach CAM, formaty wymiany danych, przygotowanie półfabrykatu, przygotowanie uzbrojenia obrabiarki pod obrabiany detal, tworzenie baz obróbkowych, układy współrzędnych, - programowanie automatyczne, dobór strategii obróbki, strategie zgrubne frezarskie, strategie wykończeniowe frezarskie, strategie wiertarskie, obróbka frezarska 2.5D, 3D, wieloosiowa, tworzenie i zapisywanie kodu NC. • Budowa modułu CAD do projektowania konstrukcji blaszanych. Ocena możliwości projektowych. Rodzaje narzędzi projektowych stosowanych do projektowania cech konstrukcyjnych typowych dla konstrukcji blaszanych. Wpływ czynników konstrukcyjnych na wymiary wykroju. Składanie konstrukcji blaszanych w module do złożów (Assembly). Generowanie dokumentacji technicznej z uwzględnieniem rzutów zawierających płaskie wykroje blaszane jako podstawa do obróbki CAM</p>	
Kontrola i metody badawcze	K_W02, K_U05, K_U08
<p>• Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej.</p>	
Materiały inżynierskie	K_W01
<p>• Podstawy doboru materiałów inżynierskich • Stopy tytanu • Stopy niklu • Współczesne materiały narzędziowe • Materiały polimerowe, ceramiczne i kompozytowe • Materiały i konstrukcje inteligentne • Stopy na osnowie faz międzymetalicznych • Podstawy metalurgii proszków • Podstawy technologii wytwarzania monokryształów • Korozja metali • Inżynieria powierzchni</p>	
Mechanika analityczna	K_W01, K_U05, K_U06
<p>• Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinetostatycznej. • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Przesunięcia przygotowane, zasada prac przygotowanych. • Zasada równowagi kinetostatycznej. • Ogólne równanie dynamiki. • Kolokwium • Równania Lagrange'a, więzy i ich równania, współrzędne uogólnione, uogólnione przesunięcie wirtualne, siły uogólnione, równowaga układu, pole potencjalne, równowaga statyczna w polu potencjalnym, równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Drgania mechaniczne, modele dyskretne, drgania swobodne, częstości własne, postacie drgań, drgania tłumione, przypadki tłumienia, drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyki częstościowe. • Kolokwium</p>	
Metody obliczeniowe i podstawy programowania	K_W01, K_K01
<p>• Paradigmaty programowania. Przegląd języków programowania. Algorytmy. Schematy blokowe • Środowisko Matlab, zmienne, wyrażenia, funkcje matematyczne, operacje we/wy • Instrukcja przypisania, obsługa plików, operacje tablicowe. Tablice komórkowe i struktury. Instrukcje sterujące warunkowe i iteracyjne. • Podprogramy. Algorytmy sortowania, wyszukiwania, obliczenia statystyczne • Matlab w przykładach zastosowań: kinematyka, dynamika, mechanika. • Matlab - obliczenia symboliczne, pochodne, całkowanie, równania liniowe i nieliniowe, równania i układy równań różniczkowych • Metody symulacji układów dynamicznych - Simulink • Matlab - programowanie GUI</p>	
Metody prototypowania	K_W03, K_U09
<p>• Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego • Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów • Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania • Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie • Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu • Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji • Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów</p>	
Modelowanie w projektowaniu maszyn	K_W01, K_W03, K_U07, K_K01
<p>• Podstawy procesów tarcia: rodzaje tarcia, prawa opisujące zjawisko tarcia. Podstawy procesów zużycia • Właściwości eksploatacyjne łożyskowania ślizgowego: podział łożysk ślizgowych, zastosowanie łożysk ślizgowych w konstrukcjach mechanicznych, materiały stosowane w budowie łożysk ślizgowych • Przyspieszone zużycie , uszkodzenia oraz metody zapobiegania uszkodzeniom łożysk ślizgowych • Podstawy projektowania łożysk ślizgowych: ogólne podstawy projektowania, analiza założeń i rozwiązań wstępnych, podział parametrów konstrukcyjnych, obliczenia wstępne i sprawdzające, analiza optymalizacyjna • Wielkości opisujące pracę łożysk ślizgowych. Podział modeli teoretycznych, podstawowe równania tarcia płynnego i spoczynkowego, krzywa Herseya – Striebecka. Metody rozwiązywania układu równań modelu matematycznego. • Charakterystyki statyczne i dynamiczne łożysk ślizgowych. Metody wyznaczania współczynników sztywności i tłumienia. Obszary stabilnej pracy łożyska ślizgowego. • Klasyfikacja łożysk tocznych, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych • Schematy łożyskowania, pasowanie łożysk, napięcie wstępne łożysk • Parametry pracy łożysk tocznych • Geometria zewnętrzna i wewnętrzna łożysk • Obciążenie</p>	

elementów łożyska • Mechanika ruchu tocznego: rozkłady nacisków na powierzchniach kontaktu, odkształcenia elementów łożyska, toczenie bez i z poślizgami, tarcie w łożyskach tocznych • Metoda obliczeń wstępnych i sprawdzających • Zadanie projektowe nr1. Wykonanie projektu łożyskowania tocznego wału pośredniego przekładni dwustopniowej • Zadanie projektowe nr 2. Wyznaczyć geometrię i sprawdzić warunki pracy porządkowego łożyska ślizgowego • Zaliczenie w formie kolokwium (termin 1 i poprawkowy)	
Nowoczesne procesy odlewnicze	K_U05, K_U07
• Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach zimmokomorowych • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach gorącokomorowych • Nowoczesne stanowiska przygotowania ciekłego metalu • Grawitacyjne odlewanie kokilowe stopów aluminium • Odlewanie niskociśnieniowe. Wytwarzanie rdzeni metodą Hot box i Could box • Odlewanie precyzyjne. Stanowisko przygotowania zestawu modelowego • Odlewanie precyzyjne. Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form ceramicznych • Projektowanie układów wlewowych. Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.	
Podstawy wymiany ciepła	K_W01, K_U05
• Przewodzenie-prawo Fouriera, współczynnik przewodzenia ciepła, ogólne równanie przewodzenia. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe; przypadek płaskiej ścianki i rury. Opór cieplny przewodzenia. Konwekcja-prawo Newtona, współczynnik przejmowania (wnikania) ciepła. Opór cieplny wymiany ciepła. Nieustalona wymiana ciepła przez układy o prostej geometrii: układ skupiony (liczba Biot) i półprzestrzeń. Nieustalone przewodzenie ciepła przez układ o bardziej złożonej geometrii: prostopadłościan, walec; liczba Fouriera. Przenikanie ciepła, współczynnik przenikania ciepła; przypadek płaskiej ścianki i rury. Konwekcja wymuszona i swobodna (siła masowa): praktyczne podejście do obliczeń wymiennej mocy cieplnej przy użyciu liczb kryterialnych: Nusselta, Reynoldsa, Grashofa, Prandtia; ich definicje i interpretacja fizyczna. Promieniowanie cieplne; mechanizm fizyczny, właściwości ciał. Prawa promieniowania: prawo Stefana-Boltzmann, Kirchhoffa, Plancka, Lamberta. Wymienniki ciepła - ogólna charakterystyka, rodzaje, przeponowe wymienniki ciepła - średnia charakterystyczna różnica temperatur. • 1. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów. Analiza niepewności pomiaru. Opracowanie wyników doświadczenia. 2. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym. 3. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem rurowym. 4. Wyznaczenie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego. 5. Pomiar współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej na rurze. 6. Określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła. 7. Doświadczalne określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalanej wymiany ciepła w ciele stałym.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_K01
• Sporządzenie planu pracy dyplomowej. • Poszukiwanie i analiza literatury związanej z tematem pracy dyplomowej. • Wykonanie badań/analiz związanych z częścią praktyczną pracy dyplomowej • Wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonych badań/analiz. • Zredagowanie pracy dyplomowej. • Obrona pracy dyplomowej.	
Praktyka dyplomowa	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję.	
Praktyka przemysłowa 1	K_U03, K_U04, K_U10, K_K02, K_K03
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta	
Przedmiot human. 1 - Logika II	K_W01
• Definicja zbioru rozmytego i logiki rozmytej. Praktyczne zastosowania. Dylematy etyczne, moralno, prawne dla sztucznej inteligencji wykorzystującej procesy rozmyte.	
Przedmiot human. 2 - Prawne i etyczne aspekty robotyki	K_W04, K_W06
• Pojęcie i zakres prawnych i etycznych aspektów robotyki • Robotyka a ochrona własności intelektualnej • Robotyka a podatki • Robotyka a prawo cywilne • Robotyka a prawo pracy • Robotyka a prawo karne • Robotyka a zasady etyczne	
Recykling	K_W04
• Zasadnicze pojęcia związane z problematyką recyklingu. • Recykling odpadów opakowaniowych w Polsce i na świecie. • Recykling samochodów – odzyskiwanie materiałów z karoserii, silników, akumulatorów, katalizatorów, opon, płynów technicznych – zastosowanie recyklatów w budowie samochodów. • Recykling sprzętu elektrycznego i elektronicznego. • Recykling baterii. • Gospodarka odpadami w Polsce i na świecie. • Opracowanie projektu dla wybranego wyrobu pod względem: specyfikacji materiałów użytych do jego wykonywania oraz zastosowanych technologii produkcji, analizy cyklu życia, oceny możliwości i zasadności recyklingu materiałowego bądź surowcowego, określenia sposobu wykorzystania recyklatu, zaproponowania bardziej proekologicznej konstrukcji oraz technologii produkcji.	
Robotyzacja produkcji	K_W02, K_W06, K_U09
• 1. Charakterystyka ogólna systemów robotyzacji. Robotyzacja w procesach wytwarzania • 2. Zasady projektowania i budowy zrobotyzowanych stanowisk i systemów wytwarzania stosowanych w procesach technologicznych, obsłudze obrabiarek i maszyn technologicznych. • 3. Zrobotyzowane stanowiska manipulacji i paletyzacji. • 4. Zrobotyzowane stanowiska obróbkowe. Podstawy kinematyki robotów: układy współrzędnych, transformacje współrzędnych, struktury manipulatorów, zagadnienia proste i odwrotne kinematyki, statyka manipulatorów. Wstęp do sterowania i programowania robotów. Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi). • 5. Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM, NX CAM Robotics, Tecnomatix i SIEMENS Teamcenter. • Programowanie robotów on-line, off-line. Omówienie języka MELFA BASIC (roboty Mitsubishi). Podstawowe funkcje języka Melfa Basic IV oraz Movemaster – instrukcje sterujące pozycją oraz ruchem ramienia manipulatora, instrukcje kontroli programu, instrukcje sterujące głowicą roboczą. Struktura i obsługa środowiska COSIROP do sterowania robotami Mitsubishi Melfa. Struktura i obsługa środowiska COSIMIR do tworzenia i symulacji pracy zrobotyzowanych stanowisk produkcyjnych. • Zaawansowane mechanizmy z wykorzystaniem programów NX CAM - oferuje zaawansowane i proste w zastosowaniu mechanizmy służące programowaniu maszyn CNC oraz robotów. System obsługuje m.in. funkcje takie jak obróbki od 2,5 do 5 osi, obróbka szybkościowa (HSM), toczenie, wiercenie i wycinanie drutowe. Ważna jest możliwość symulacji pracy maszyny – coraz częściej nieodzownego elementu testowania w systemie CAM, szczególnie w wypadku programowania maszyn pięcioosiowych bądź nowoczesnych – wieloosiowych • NX CAM Robotics – wciąż rozwijany z wykorzystaniem najnowszej wiedzy i obsługi robotów przemysłowych. Moduł ten pozwala na pełną wizualizację pracy ramion robota, a także na wygodne programowanie optymalnych ruchów wszystkich jego osi wraz z wykrywaniem kolizji • Tecnomatix - jest obszernym programem łączącym w sobie wszystkie dziedziny produkcji z inżynierią produktu. To kompleksowy zestaw rozwiązań, który wspiera proces wytwarzania – od planowania i projektowania, symulacji i logistyki, poprzez wdrożenie produktów do rzeczywistej produkcji. Oprogramowanie wspierane jest przez platformę PLM Teamcenter Manufacturing, dzięki czemu zapewnienia najszybszy wachlarz rozwiązań produkcyjnych dostępnych na rynku. Tecnomatix posiada narzędzia, które pozwalają na zarządzanie wiedzą na temat produktów i procesów oraz na analizę w obrębie jednego środowiska, co umożliwia minimalizowanie ryzyka przerw w procesie produkcyjnym, wywołanych wadami projektu. • SIEMENS Teamcenter - jest obszernym pakietem oprogramowań stosowanych do zarządzania cyklem życia produktu (PLM). Daje możliwość integracji oraz współpracy wszystkich osób biorących udział w procesie cyklu życia produktu, przy wykorzystaniu wspólnego, ujednoliconego źródła wiedzy o procesach i produktach.	
Seminarium dyplomowe	K_U01, K_U02, K_U04, K_U06, K_K02
• Etyka w pracy badawczej i pisanii prac dyplomowych. Prawa autorskie i ochrona własności intelektualnej w powiązaniu z pracą dyplomową • Przygotowanie do obrony pracy dyplomowej • Analiza opracowań studentów, dyskusja	
Systemy CAD/CAM/CAE	K_W03, K_U07
• Wprowadzenie do środowiska CAD. Rysowanie w szkicowniku - wymiarowanie i narzucanie wiązań. Modelowanie bryłowe - wyciągnięcia i wycięcia proste, po ścieżce, po profilach, przez obrót. Pochylenia ścian, tworzenie szyków, wstawianie żeber, grawerki. Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. Arkusze rysunkowe. Rysunek techniczny - rzuty, przekroje, wyrwania, widok szczegółów, wymiarowanie. Konfiguracje elementów. Szkice 3D. Złożenia – wstawianie części i podzłozzeń, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy – rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. Animacja montażu urządzenia, symulacja jego pracy. Gięcie blach. Konstrukcje spawane. Modelowanie powierzchniowe	
Systemy CAD/CAM/CAE w obróbce mechanicznej	K_W03, K_U09

• Zapoznanie się z interfejsem i strukturą programu MSC. Marc/Mentat, poruszanie się po programie, zasady tworzenia modelu, jego dyskretyzacja, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów, uwagi na temat modelowania procesów plastycznego kształtowania. Modelowanie numeryczne procesu spęcznienia na zimno i na gorąco w osiowoosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wykrawania w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne zachowania się pod wpływem obciążeń materiałów elastycznych (gum i elastomerów) na wybranym przykładzie, prezentacja i analiza wyników. Analiza procesu wytłaczania wytłoczki sztywnymi narzędziami dla dwóch przypadków: bez uwzględnienia i z uwzględnieniem anizotropii właściwości plastycznych kształtowanej blachy poprzez zastosowanie warunku plastyczności Hilla. Przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza uzyskanych wyników. • Komputerowe bazy danych właściwości tworzyw sztucznych. Zasady korzystania oraz modyfikacji. Przygotowanie modelu komputerowego do analiz CAE, rodzaje modeli i analiz MES, ustalanie warunków brzegowych i początkowych na wybranych przykładach praktycznych. Zapoznanie z budową i przeznaczeniem programu CAE do symulacji procesu wtryskiwania tworzyw sztucznych: Autodesk MoldFlow MPI, import modeli CAD do środowiska CAE, dopuszczalne uproszczenia modeli, dyskretyzacja modelu geometrycznego i jej wpływ na wyniki modelowania numerycznego. Modelowanie numeryczne technologii wtryskiwania w systemie Moldflow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacje efektywności układu chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, optymalizacja geometrii układu wlewowego – imbalance ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE. Zasady korzystania z baz danych elementów znormalizowanych form wtryskowych, import modeli części do systemu CAD. • Możliwości wspomagania symulacji CAE wybranych procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych i modelowania procesów przeróbki plastycznej, korzyści i problemy stosowania systemów Cax. Ogólna charakterystyka programów wykorzystywanych w tych obszarach. • Możliwości wymiany danych projektowych (operowanie wspólnym modelem) w poszczególnych modułach programów oraz pomiędzy różnymi systemami Cax. Integracja systemów Cax, materiałowe bazy danych oraz korzystanie z bibliotek elementów znormalizowanych. • Rodzaje elementów skończonych, ich charakterystyka oraz kryteria wyboru. Typowe modele geometryczne stosowane w analizach numerycznych. Przykłady zastosowania modeli brylowych i powłokowych oraz ich definiowanie w programach CAE. Wpływ wielkości i rzędu elementów na wyniki obliczeń. • Podstawy prowadzenia symulacji CAE wybranych procesów przetwórstwa TS, właściwości fizyczne polimerów, modele reologiczne i termodynamiczne implementowane w systemach CAE, rodzaje analiz, rodzaje modeli komputerowych MES, wykorzystywanych w analizach CAE, podstawowe zależności między parametrami przetwórstwa, Wybór tworzywa do danej technologii przetwórstwa, kryteria, problemy. Obszary wykorzystania systemów Cax w projektowaniu form wtryskowych. • Przedstawienie metod analizy zagadnień inżynierskich z uwzględnieniem możliwości ich zastosowania w projektowaniu procesów technologicznych w obszarze przeróbki plastycznej. Znaczenie metod numerycznych we współczesnym projektowaniu procesów technologicznych i oprzyrządowania. • Podstawowe rodzaje analiz MES stosowanych w modelowaniu procesów przeróbki plastycznej. Źródła nieliniowości w modelowaniu zagadnień technologicznych oraz trudności z nimi związane. Modele materiałowe oraz ich znaczenie. • Techniki modelowania procesów technologicznych. Omówienie najczęściej stosowanych typów modeli i analiz na przykładach modelowania wybranych procesów przeróbki plastycznej. Prezentacja i interpretacja wyników. Znaczenie weryfikacji eksperymentalnej symulacji komputerowych.

Technologia montażu	K_W05, K_U07
---------------------	--------------

• Pojęcia podstawowe: proces produkcyjny, definicje montażu, elementy składowe procesu technologicznego montażu, klasyfikacja operacji procesu technologicznego montażu • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych montażu: zasady zapisu strukturalnego procesu technologicznego montażu, analiza danych konstrukcyjnych i technologicznych • Technologiczność konstrukcji wyrobów montowanych automatycznie: technologiczność konstrukcji montowanych zespołów, technologiczność konstrukcji montowanych części, ogólne zasady dopracowywania technologiczności konstrukcji, zasady projektowania wyrobów przeznaczonych do montażu automatycznego • Metody montażu i ich dokładność: zagadnienia ogólne dokładności montażu, czynniki konstrukcyjno-technologiczne powodujące błędy w montażu, metoda o pełnej zamienności, metoda o zamienności niepełnej, selekcyjne metoda montażu, metoda kompensacyjna • Montowalność części: zagadnienia ogólne łączenia części, cechy charakterystyczne montowanych elementów i ich klasyfikacja, zasady typizacji połączeń montażowych, montowalność części z powierzchniami walcowymi, płaskimi i śrubowymi. Badania montowalności typowych połączeń części maszyn • Zasady bazowania części w montażu maszyn: zasady wzajemnego ustalania części i zespołów, dobór baz montażowych, bazowanie części z powierzchniami płaskimi, walcowymi i śrubowymi • Test pisemny • Zastosowanie metody wykreślnej do wyznaczenia ilości grup selekcyjnych podczas montażu wałka i tulei o różnych tolerancjach wykonania • Zastosowanie metody wykreślnej do wyznaczenia ilości grup selekcyjnych podczas montażu wałka i tulei o różnych tolerancjach wykonania • Zastosowanie metod zamienności pełnej i częściowej w procesie technologicznym montażu

Współczesne technologie wytwarzania	K_W02
-------------------------------------	-------

• Współczesne technologie odlewnicze. • Współczesne technologie spajania: laser, wiązka elektronów, FSW. • Współczesne technologie cięcia: laser, strumień wody. • Współczesne technologie wytwarzania przyrostowego, napawania, regeneracji. • Współczesne technologie wykonywania modeli i prototypów. • Technologie odlewnicze: opracowanie modeli 3D, wykonywanie modeli metodami RP, kontrola odlewów z wykorzystaniem skanerów, odlewanie ciśnieniowe. • Technologie spawania: laserem, wiązką elektronową. • Technologie cięcia: laserem, strumieniem wody • Technologie wytwarzania przyrostowego: mikronapawanie, napawanie • Technologie wykonywania modeli i prototypów: druk 3D

Zaawansowane metody matematyki stosowanej	K_W01, K_U05
---	--------------

• Rotacja, wariancja, dywergencja. • Całki wielokrotne. Wzór Greena-Gaussa-Ostrogradzkiego. • Równania różniczkowe wielu zmiennych.

Zaawansowane metody modelowania CAD	K_W03, K_U08
-------------------------------------	--------------

• Symulacje kinematyczne w środowisku CAD • Problem zaokrąglenia powierzchni o wielu krawędziach zbiegających się w jednym punkcie. Modelowanie powierzchni złożonych. • Modelowanie brył z powierzchni złożonych przez pogrubianie. • Analiza MES obiektu o powierzchniach swobodnych. Rozwijanie powierzchni. • Tworzenie i stosowanie praw zadanych geometrycznie. Złożone powierzchnie gładkie. • Modelowanie krzywych zadanych układem równań parametrycznych. Optymalizacja - algorytm symulowanego wyżarzania. • Projektowanie z użyciem eksperymentu (DOE). Modelowanie złożonych powierzchni śrubowych.

Zintegrowane systemy wytwarzania	K_W02, K_W05, K_U07
----------------------------------	---------------------

• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Techniki komputerowe w przedsiębiorstwie, przesłanki stosowania zintegrowanych systemów wytwarzania. Istota i zakres funkcjonalny systemów ERP. Elementy składowe zintegrowanego wytwarzania CAD/CAM/CAE/CIM. Systemy zarządzania danymi produktu oraz cyklem życia produktu (PDM, PLM). Systemy klasy ERP. Charakterystyka i możliwości komputerowego wspomaganie projektowania CAD. Oprzyrządowanie technologiczne w środowisku CAD. Katalogi elektroniczne oprzyrządowania oraz ich integracja ze środowiskiem modelowania. Obrabiarki w zintegrowanych systemach wytwarzania. Systemy automatyzacji w procesach obróbki. Robotyzacja w procesach wytwarzania. Istota programowania obrabiarek CNC. Cykle obróbkowe obrabiarek CNC. Komputerowe wspomaganie wytwarzania (CAM). Procedura przygotowania technologii obróbki części w środowisku CAM. Cykle obróbkowe CAM dla różnych typów obróbki oraz ich integracja z systemami sterowania obrabiarek CNC. Symulacja procesów obróbki w środowisku CAD/CAM. Komputerowo wspomaganą kontrolą jakości (CAQ). Techniki szybkiego wytwarzania. • Wydanie tematów projektów do wykonania projektu obróbki i oprzyrządowania technologicznego. Omówienie ogólnych zasad projektowania technologii obróbki części z wykorzystaniem oprogramowania CAD/CAM. Prezentacja katalogu elektronicznego elementów uchwytów składanych. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.