Załącznik nr 5 do uchwały nr 35/2026
Senatu Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza
z dnia 28 maja 2026 r.

Program studiów

Mechanika i budowa maszyn

pierwszego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki

PRK VI

1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	**Mechanika i budowa maszyn**
Poziom studiów	**pierwszego stopnia**
Profil studiów	**ogólnoakademicki**
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	**inżynieria mechaniczna**
Liczba semestrów	studia stacjonarne: 7 studia niestacjonarne: 8
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	**210**
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: **2565** studia niestacjonarne: **1500**
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określane przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	Absolwent kierunku mechanika i budowa maszyn posiada wiedzę pozwalającą zrozumieć zasady budowy, metody wytwarzania i problematykę eksploatacji maszyn. Zna zasady mechaniki, potrafi projektować maszyny i ich elementy wykorzystując nowoczesne metody i narzędzia. Absolwent umie dobrać odpowiednie materiały do produkcji elementów maszyn, wykonać projekt, opracować technologię wytwarzania oraz nadzorować eksploatację urządzeń. Posiada umiejętność pracy zespołowej, koordynowania prac i oceny ich wyników, sprawnie posługuje się technikami informatycznymi. Jest przygotowany do podjęcia studiów II stopnia. Wiedza i umiejętności absolwenta są rozszerzone w zakresie wybranego przez studenta bloku tematycznego.

		Absolwent bloku tematycznego inżynieria odnawialnych źródeł energii rozumie procesy przekształcania się energii w biosferze oraz posiada wiedzę z zakresu pozyskiwania różnych form energii z otoczenia i ich przekształcania w energię użyteczną ze szczególnym uwzględnieniem źródeł odnawialnych. Zna metody poszanowania i efektywnego przetwarzania energii, posiada umiejętności prowadzenia audytu energetycznego budowli i urządzeń energetycznych. Absolwent uzyska wiedzę i umiejętności pozwalające na projektowanie i wykonawstwo układów wykorzystujących konwencjonalne i odnawialne źródła energii do wytwarzania i dystrybucji energii cieplnej z uwzględnieniem układów wielogeneracyjnych. Absolwent bloku komputerowo wspomagane wytwarzanie poznaje nowoczesne metody projektowania, opracowania technologii, organizacji produkcji oraz wytwarzania wyrobów w różnych dziedzinach przemysłu. Nabywa umiejętności efektywnego użytkowania nowoczesnych maszyn i urządzeń oraz oprzyrządowania. Potrafi wykorzystać najnowsze systemy komputerowego wspomagania wytwarzania oparte o systemy CAD/CAM/CAE.

		Absolwent bloku inżynieria napędów pojazdów samochodowych i inżynieria pojazdów samochodowych posiada umiejętności prowadzenia obliczeń konstrukcyjnych układów pojazdu samochodowego, w tym układów tłokowego silnika spalinowego, układu przeniesienia napędu i elementów zawieszenia. Absolwent potrafi wykorzystywać urządzenia do diagnostyki układów zasilania, układów mechatronicznych oraz toksyczności spalin. Absolwent nabywa umiejętność oceny zużycia podstawowych układów pojazdu samochodowego oraz potrafi wskazać na przyczyny ich uszkodzeń. Wykorzystuje oprogramowanie do obliczeń i analizy wyników pomiarów. Absolwent bloku programowanie i automatyzacja obróbki zna budowę obrabiarek sterowanych numerycznie. Nabywa umiejętności projektowania zespołów obrabiarki, poznaje racjonalne metod eksploatacji systemów technicznych i kształtowania niezawodności obiektów. Zna rozwiązania konstrukcyjne narzędzi skrawających oraz systemów mocowania oraz nowoczesne materiały narzędziowe. Nabywa umiejętności praktycznej realizacji procesu technologicznego od powstania konstrukcji – modelu 3D poprzez programowanie toru ruchu narzędzia i uruchomienie programu na maszynie CNC. Studenci bloku inżynieria spawalnictwa otrzymują wiedzę i umiejętności inżynierskie z zakresu technik wytwarzania, a szczególnie nowoczesnych technologii spawania, nieniszczących i niszczących metod kontroli jakości złączy spawanych oraz zasad konstruowania połączeń spawanych.

	Studenci bloku inżynieria odlewnictwa otrzymują gruntowne przygotowanie inżynierskie z zakresu konstruowania, projektowania i prototypowania odlewów, technologii przygotowania i kontroli jakości ciekłych stopów, opracowania technologii formy z wykorzystaniem komputerowej symulacji oraz nowoczesnych metod badania odlewów. Studenci bloku napędy mechaniczne otrzymują gruntowne przygotowanie z zakresu systemów napędów wykorzystywanych w technice wraz z towarzyszącymi im systemami transmisji. Nieodzowny element stanowi wiedza z zakresy przekładni wykorzystywanych we współczesnej technice Studenci bloku przetwórstwo tworzyw i kompozytów polimerowych posiadają gruntowną wiedzę na temat tworzyw sztucznych wykorzystywanych w technice wraz z pełną świadomością ich stosowania oraz stosowanymi technikami wytwarzania i przetwarzania Absolwenci studiów I stopnia znajdują zatrudnienie we wszystkich sektorach gospodarki ze szczególnym uwzględnieniem przedsiębiorstw przemysłu maszynowego oraz innych jednostek związanych z projektowaniem, przygotowaniem technologii produkcji, wytwarzaniem i eksploatacją maszyn.

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Zna i rozumie aparat matematyczny niezbędny do opisu zagadnień mechanicznych i procesów technologicznych, w tym: algebrę, analizę, probabilistykę oraz elementy matematyki dyskretnej i stosowanej	P6S_WG
K_W02	Posiada wiedzę w zakresie fizyki i chemii niezbędną do analizy i zrozumienia zagadnień technicznych oraz formułowania i rozwiązywania prostych zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_WG

K_W03	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki technicznej i wytrzymałości materiałów niezbędną do formułowania i rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki oraz wykonywania analiz wytrzymałościowych elementów maszyn	P6S_WG
K_W04	Ma elementarną wiedzę w zakresie dyscyplin powiązanych z mechaniką i budową maszyn, takich jak np: automatyka i robotyka, inżynieria materiałowa, inżynieria produkcji, transport, informatyka, elektronika i elektrotechnika, termodynamika w zakresie niezbędnym do wykonywania zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_WG
K_W05	Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_WG
K_W06	Ma szczegółową wiedzę związaną z metodyką projektowania maszyn i urządzeń, odwzorowaniem i wymiarowaniem konstrukcji, obliczeniami wytrzymałościowymi układów mechanicznych oraz technikami komputerowego wspomagania projektowania maszyn	P6S_WG
K_W07	Posiada wiedzę na temat materiałów inżynierskich stosowanych w budowie maszyn oraz metod kształtowania własności materiałów metalicznych. Zna i potrafi dobierać odpowiednie technologie wytwarzania produktów oraz parametry procesu produkcyjnego	P6S_WG
K_W08	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metrologii, metod szacowania błędów oraz posługiwania się aparaturą pomiarową	P6S_WG
K_W09	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze mechaniki i budowy maszyn (m.in. technikach wytwarzania, technikach rapid prototyping, zintegrowanych systemach wytwarzania, inżynierii ruchu)	P6S_WG
K_W10	Posiada wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów mechanicznych oraz metodach planowania i nadzorowania zadań obsługowych dla zapewnienia niezawodnej eksploatacji maszyn i urządzeń	P6S_WG
K_W11	Ma wiedzę ogólną niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżyniera mechanika, zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące w przemyśle maszynowym	P6S_WK
K_W12	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego, w tym zarządzania jakością i produkcją z wykorzystaniem narzędzi komputerowego wspomagania	P6S_WK
K_W13	Ma podstawową wiedzę dotyczącą transferu technologii w przemyśle maszynowym	P6S_WK
K_W14	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu realizacji procesu technologicznego dla podstawowych typów obrabiarek, z uwzględnieniem ich budowy, kinematyki, przeznaczenia i możliwości technologicznych	P6S_WG
K_W15	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą prowadzenie podstawowych analiz zagadnień liniowych wytrzymałości konstrukcji	P6S_WG

K_W16	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu budowy maszyn technologicznych w tym obrabiarek sterowanych numerycznie oraz charakterystyki stosowanych w nich układów napędowych	P6S_WG
K_W17	Ma podstawową wiedzę z zakresu technologii obróbki ubytkowej, w tym również z rozwiązaniami konstrukcyjnymi narzędzi skrawających i ściernych, właściwościami nowoczesnych materiałów narzędziowych oraz stosowanym oprzyrządowaniem	P6S_WG
K_W18	Posiada ogólną wiedzę na temat tworzenia i prowadzenia przedsięwzięć gospodarczych wdrażających wiedzę z zakresu mechaniki i budowy maszyn w działalności gospodarczej	P6S_WK
K_W19	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P6S_WK
K_W20	Posiada wiedzę o normach, regułach struktur organizacyjnych i instytucji społecznych oraz o ich źródłach, naturze, zmianach i sposobach działania	P6S_WK
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku angielskim), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie	P6S_UW
K_U02	Potrafi oszacować czas i zasoby potrzebne do realizacji zadania, potrafi opracować harmonogram prac inżynierskich zapewniający dotrzymanie terminów	P6S_UW
K_U03	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku obcym, przygotować i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_UK
K_U04	Posiada podstawowe umiejętności konieczne do opracowania, udokumentowania i przedstawienia przy użyciu metodologii i technik stosownych w nauce i technice, w sposób komunikatywny, precyzyjny i zrozumiały w środowisku inżynierów ale także poza nim, także w języku obcym, rożnego rodzaju projektów, raportów, sprawozdań i opracowań dotyczących zagadnień z mechaniki i budowy maszyn	P6S_UK
K_U05	Potrafi, w ramach realizacji zadań inżynierskich z dziedziny mechaniki i budowy maszyn, posługiwać się wybranym językiem obcym w sposób spełniający wymagania Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego na poziomie B2	P6S_UK
K_U06	Ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	P6S_UU
K_U07	Potrafi posługiwać się odpowiednio dobranymi aplikacjami komputerowymi wspomagającymi projektowanie i wytwarzanie oraz realizującymi badania symulacyjne części i systemów mechanicznych; potrafi przedstawić otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej oraz zinterpretować wyniki i wyciągnąć poprawne wnioski	P6S_UW
K_U08	Potrafi planować i przeprowadzać badania własności maszyn i ich elementów, w tym pomiary, eksperymenty fizyczne i symulacje komputerowe , interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	P6S_UW

K_U09	Potrafi rozwiązywać zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	P6S_UW
K_U10	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń mechanicznych - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	P6S_UW
K_U11	Ma przygotowanie do podjęcia pracy w przemyśle maszynowym, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku przemysłowym	P6S_UW
K_U12	Potrafi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich	P6S_UW
K_U13	Posiada umiejętność posługiwania się systemami normatywnymi oraz konkretnymi normami i regułami	P6S_UW
K_U14	Potrafi zaplanować i przeprowadzić testy części i urządzeń mechanicznych oraz w przypadku wykrycia nieprawidłowości zdiagnozować przyczyny ich powstawania i zaplanować działania zapobiegawcze	P6S_UW
K_U15	Potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń mechanicznych oraz prostych działań projektowych obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne	P6S_UW
K_U16	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich typowych dla mechaniki i budowy maszyn oraz wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia	P6S_UW
K_U17	Potrafi zaprojektować oraz zrealizować urządzenie, system mechaniczny, proces produkcyjny zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi	P6S_UW
K_U18	Posiada umiejętność projektowania oraz doskonalenia konkretnych procesów produkcyjnych i systemów zarządzania z wykorzystaniem standartowych metod i narzędzi	P6S_UW
K_U19	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania organizacyjne i techniczne w szczególności systemy, procesy, usługi i urządzenia	P6S_UW
K_U20	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego kształcenia się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia innych	P6S_UU
K_K01	Ma świadomość pozatechnicznych skutków działalności inżynierskiej i związanej z tym odpowiedzialności, dostrzega aspekty społeczne, ekologiczne i ochrony środowiska przyrodniczego w rozwiązaniach technicznych i technologicznych przemysłu maszynowego	P6S_KO
K_K02	Ma świadomość opiniotwórczej i kulturotwórczej roli społecznej absolwenta wyższej uczelni, prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera oraz przestrzega zasad etyki zawodowej i profesjonalizmu	P6S_KO P6S_KR
K_K03	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz potrafi podporządkowywać się zasadom pracy w zespole, potrafi zdefiniować priorytety w działalności indywidualnej i grupowej oraz ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	P6S_UO

K_K04	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO
K_K05	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu - m.in. poprzez środki masowego przekazu - informacji o osiągnięciach techniki oraz innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały	P6S_KO
K_K06	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych jak również zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	P6S_KK

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, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach;
2. 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;
3. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. 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 na stronie internetowej wydziału.

3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe- studia stacjonarne

3.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	Czynnik ludzki w technice	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	30	0	60	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Metodyka studiowania	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Moduł wybieralny 1	30	0	0	0	30	3	N	

		(Historia techniki / Wprowadzenie do procesów produkcyjnych)								
1	ZH	Moduł wybieralny 2 (Budowanie marki osobistej / Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne)	15	0	0	0	15	2	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	45	60	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny 3 (Ekonomika produkcji / Rachunek kosztów dla inżynierów)	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
3	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	

3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
4	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	15	30	90	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
5	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	3	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MI	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	4	N	

5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	0	30	60	4	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	6	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
6	DJ	Język obcy	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
7	ZM	Autoprezentacja i kompetencje społeczne w zawodzie inżyniera	15	0	0	0	15	2	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	

Uwaga, niezaliczenie 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 Wykaz bloków tematycznych do wyboru- studia stacjonarne

- Inżynieria napędów pojazdów samochodowych
- Inżynieria odlewnictwa
- Inżynieria odnawialnych źródeł energii
- Inżynieria pojazdów samochodowych
- Inżynieria spawalnictwa
- Komputerowo wspomagane wytwarzanie
- Napędy mechaniczne
- Programowanie i automatyzacja obróbki

- Przetwórstwo tworzyw i kompozytów polimerowych

3.2.1. Blok tematyczny: Inżynieria napędów pojazdów samochodowych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	ME	Budowa samochodów	30	0	15	15	60	5	T	
6	ME	Diagnostyka samochodów	30	0	30	0	60	3	N	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa	30	0	30	0	60	3	N	
6	ME	Komputerowe modelowanie układów napędowych	0	0	30	0	30	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	ME	Silniki pojazdów samochodowych	30	0	30	15	75	5	T	
7	ME	Obsługa i eksploatacja pojazdów hybrydowych	15	0	15	0	30	2	N	
7	ME	Seminarium dyplomowe (INPS)	0	0	0	30	30	2	N	
7	ME	Systemy CAx w projektowaniu układów funkcjonalnych pojazdów	0	0	30	15	45	4	N	
7	ME	Systemy sterowania silników	15	0	15	0	30	4	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	

1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	

5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	138 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.2. Blok tematyczny: Inżynieria odlewnictwa

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MG	Krystalizacja stopów	15	0	30	0	45	2	N	
6	MG	Maszyny i urządzenia odlewnicze	15	0	15	0	30	3	N	
6	MG	Metody odlewania	30	0	30	0	60	4	T	
6	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MG	Programowanie robotów przemysłowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MG	Stopy odlewnicze	15	0	30	0	45	3	N	
6	MG	Technologia form	15	0	30	0	45	4	T	
7	MG	Badania odlewów	30	0	30	0	60	3	N	
7	MG	Seminarium dyplomowe (IO)	0	0	0	30	30	2	N	
7	MG	Technologia topienia	15	0	15	0	30	3	T	
7	MG	Tworzywa na formy odlewnicze	15	0	30	0	45	4	T	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/	Laboratorium	Projekt/	Suma	Punkty	Egzamin	Oblig.

				Lektorat		Seminarium	godzin	ECTS		
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	

5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	144 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.3. Blok tematyczny: Inżynieria odnawialnych źródeł energii

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MD	Efektywność energetyczna	30	0	30	0	60	4	N	
6	MD	Systemy fototermiczne i fotowoltaiczne	30	15	15	15	75	5	T	
6	MD	Techniki czystego spalania i energia biomasy	15	15	15	0	45	3	N	
6	MD	Urządzenia energetyczne	15	15	15	0	45	4	N	
6	MD	Wymiana ciepła	30	15	15	0	60	5	T	
7	ME	OZE w transporcie	15	0	15	0	30	2	N	
7	MD	Pompy ciepła	15	0	15	15	45	3	T	
7	MD	Seminarium dyplomowe (IOŹE)	0	0	0	30	30	2	N	
7	ML	Siłownie wiatrowe i wodne	30	0	15	15	60	5	T	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.

1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	

5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	142 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.4. Blok tematyczny: Inżynieria pojazdów samochodowych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	ME	Budowa samochodów	30	0	15	15	60	5	T	
6	ME	Diagnostyka samochodów	30	0	30	0	60	3	N	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa	30	0	30	0	60	3	N	
6	ME	Komputerowe modelowanie układów napędowych	0	0	30	0	30	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	ME	Silniki pojazdów samochodowych	30	0	30	15	75	5	T	
7	ME	Inżynieria pojazdów w systemach CAD/CAM	0	0	30	0	30	2	N	
7	ME	Inżynieria wytwarzania i eksploatacji pojazdów	30	0	15	0	45	4	N	
7	ME	Proekologiczne systemy diagnostyczne pojazdów	15	0	15	0	30	4	N	

7	ME	Seminarium dyplomowe (IPS)	0	0	0	30	30	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	

4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	142 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS

Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.5. Blok tematyczny: Inżynieria spawalnictwa

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MG	Badania nieniszczące złączy spawanych	15	0	30	0	45	4	T	
6	MG	Badania niszczące złączy spawanych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MG	Metalurgia procesów spawalniczych	15	0	15	0	30	2	T	
6	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MG	Programowanie robotów spawalniczych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MG	Technologie spawalnicze	30	0	30	0	60	3	T	
6	MG	Wirtualne spawanie	0	0	30	0	30	2	N	
6	MG	Zapewnienie jakości w	15	0	15	0	30	3	N	

		spawalnictwie								
7	MG	Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	15	0	30	0	45	4	T	
7	MG	Obróbka cieplna złączy spawanych	15	0	30	0	45	3	N	
7	MG	Projektowanie konstrukcji spawanych	15	0	0	30	45	3	N	
7	MG	Seminarium dyplomowe (IS)	0	0	0	30	30	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka	0	30	0	0	30	2	N	

		rosyjskiego 1								
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	144 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.6. Blok tematyczny: Komputerowo wspomagane wytwarzanie

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MF	Modelowanie procesów produkcyjnych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MT	Oprzyrządowanie technologiczne	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MT	Przygotowanie i organizacja produkcji	30	0	15	15	60	4	T	
6	MT	Systemy CAM (KWW)	15	0	75	0	90	5	N	

6	MO	Systemy narzędziowe	15	0	15	0	30	2	N	
6	MT	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	15	0	0	15	30	2	N	
7	MO	Obrabiarki sterowane NC	15	0	30	0	45	4	T	
7	MT	Produkcja odchudzona	15	0	15	0	30	3	T	
7	MT	Seminarium dyplomowe (KWW)	0	0	0	30	30	2	N	
7	MP	Zastosowanie MES w technologii maszyn	0	0	45	0	45	3	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	

3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach	116 ECTS

zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	142 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.7. Blok tematyczny: Napędy mechaniczne

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MK	CAD w modelowaniu napędów	0	0	45	0	45	3	N	
6	MK	Obliczanie przekładni zębatych wg ISO	15	15	0	0	30	3	T	

6	MA	Podstawy mechatroniki	15	0	30	0	45	2	N	
6	MK	Projektowanie przekładni	0	0	0	45	45	3	N	
6	MK	Specyfikacja geometrii wyrobu i pomiary	30	0	30	0	60	4	T	
6	MT	Systemy CAM (NM)	15	0	30	0	45	3	N	
6	MK	Technologia kół zębatych	15	0	15	0	30	3	N	
7	MO	Obrabiarki CNC	15	0	30	0	45	4	T	
7	MK	Projektowanie napędów mechanicznych	15	0	30	0	45	4	T	
7	MK	Seminarium dyplomowe (NM)	0	0	0	30	30	2	N	
7	MK	Zastosowanie MES w budowie maszyn	0	0	30	0	30	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	

3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	139 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.8. Blok tematyczny: Programowanie i automatyzacja obróbki

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.

6	MO	Maszyny sterowane NC	30	0	30	0	60	5	T	
6	MO	Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	15	0	0	15	30	2	N	
6	MO	Programowanie maszyn CNC 1	15	0	45	0	60	4	N	
6	MO	Systemy CAM (PiAO)	15	0	60	0	75	4	N	
6	MO	Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	30	0	30	0	60	4	T	
6	MO	Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	15	0	15	0	30	2	N	
7	MO	Programowanie maszyn CNC 2	0	0	45	0	45	4	N	
7	MO	Seminarium dyplomowe (PiAO)	0	0	0	30	30	2	N	
7	MO	Zaawansowane systemy CAD/CAM	0	0	60	0	60	6	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	

2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	144 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.2.9. Blok tematyczny: Przetwórstwo tworzyw i kompozytów polimerowych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MT	Ekonomiczne aspekty działalności przedsiębiorstw	15	15	0	0	30	2	N	
6	MP	Technologie przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych	30	0	15	15	60	4	T	
6	MK	Technologie przyrostowe w wytwarzaniu wyrobów	15	0	15	0	30	2	N	
6	MP	Tworzywa i kompozyty polimerowe	30	0	15	0	45	3	N	
6	MP	Wspomaganie CAx procesów przetwórstwa tworzyw i kompozytów	0	0	45	0	45	3	N	
6	MD	Wymiana ciepła w procesach przetwórstwa	15	15	0	0	30	2	N	
6	MT	Zarządzanie i optymalizacja procesów przetwórczych	30	0	15	15	60	4	T	
6	MT	Zrównoważony rozwój i jakość produkcji	15	0	0	0	15	1	N	
7	MT	Automatyzacja i robotyzacja procesów przetwórstwa	15	0	15	0	30	3	T	
7	MP	CAD w projektowaniu narzędzi i wyrobów	0	0	30	0	30	3	N	
7	MP	Maszyny i narzędzia do przetwórstwa	15	0	0	0	15	2	N	
7	MP	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	

		(PTiKP)								
7	MT	Zarządzanie projektami	15	0	0	15	30	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Historia techniki	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	15	0	0	0	15	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	30	0	0	0	30	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	15	15	0	0	30	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	15	15	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka	0	30	0	0	30	2	N	

		niemieckiego 2								
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	30	0	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	30	0	0	30	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	116 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	131 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS

Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

3.3 Treści programowe- studia stacjonarne

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Automatyzacja i robotyzacja procesów przetwórstwa	K_W04, K_U07, K_K06
• Wprowadzenie do przedmiotu. Pojęcia podstawowe i definicje • Podstawy budowy elastycznych systemów wytwarzania • Komponenty automatyzacji stanowisk produkcyjnych • Elementy składowe i budowa robotów przemysłowych wykorzystywanych w przetwórstwie • Chwytaki robotów przemysłowych stosowanych w przetwórstwie • Charakterystyki funkcjonalne robotów przemysłowych • Zastosowanie robotów w procesach przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych. Problematyka bezpieczeństwa pracy na zrobotyzowanych stanowiskach przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych • Budowa i elementy programowania modułowego mechatronicznego systemu modułowego MMS Rexroth • Układy współrzędnych i poruszanie robotem Fanuc M10iA • Ustawianie układu współrzędnych narzędzia (TOOL FRAME) i użytkownika (USER) na przykładzie robota Fanuc M10iA • Instrukcje ruchu robota ze sterownikiem R-30iA • Programowanie robota Fanuc M10iA • Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide: przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych: globalnego, przedmiotu i użytkownika • Konfiguracja i podstawy programowania zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego w programie Roboguide • Zaliczenie.	

Autoprezentacja i kompetencje społeczne w zawodzie inżyniera	K_W20, K_U06
• Wprowadzenie do kompetencji społecznych inżyniera. Podstawy komunikacji interpersonalnej. Model komunikacji, bariery komunikacyjne). • Autoprezentacja i budowanie pierwszego wrażenia. Kreowanie spójnego wizerunku. Marka osobista. • Mowa ciała. • Sztuka wystąpień publicznych. Prezentacje techniczne. • Autoprezentacja w sieci. Komunikacja w środowisku zawodowym. • Rozmowa kwalifikacyjna. Radzenie sobie ze stresem. • Praca zespołowa i role w zespole. Zaliczenie pisemne.	
Badania nieniszczące złączy spawanych	K_W04, K_W05, K_W07, K_W10, K_W12, K_U04, K_U08, K_U13, K_U18, K_K03
• 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.	
Badania niszczące złączy spawanych	K_W07, K_W09, K_W15, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
• Badania niszczące stosowane podczas kształtowania właściwości mechanicznych złączy spawanych • Badania właściwości mechanicznych złączy spawanych w warunkach statycznych i w warunkach dynamicznych • Statyczna próba rozciągania doczołowych złączy spawanych • Statyczna próba rozciągania złączy spawanych krzyżowych i zakładkowych • Statyczna próba zginania złączy spawanych • Dynamiczne próby łamania i udarności materiałów i złączy spawanych • Badania metalograficzne • Badania właściwości mechanicznych złączy spawanych w warunkach statycznych i w warunkach dynamicznych • Statyczna próba rozciągania doczołowych, krzyżowych i zakładnowych złączy spawanych • Badania twardości materiałów i złączy spawanych • Badania metalograficzne makro- i mikroskopowe złączy spawanych i napawanych warstw powierzchniowych	
Badania odlewów	K_W04, K_W05, K_W07, K_W10, K_W12, K_U04, K_U08, K_U13, K_U18, K_K03
• 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.	
Budowa samochodów	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Wprowadzenie - omówienie karty przedmiotu. Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. • Mechaniczne skrzynki biegów. • Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. • Automatyczne skrzynie biegów. • Wały napędowe, półosie i przeguby. • Mosty napędowe. Przekładnie	

główne i mechanizmy różnicowe. • Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne i mieszane. • Urządzenia wspomagające hamowanie. Korektory sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. • Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. • Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. • Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawieszeń. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawieszeń. • Budowa zawieszenia – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. • Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. • Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. • Budowa ram i nadwozi. • Budowa kół i ogumienia. • Sprzęgła cierne jedno i wielopłytkowe. • Budowa skrzynki biegów dwuwałkowej. • Budowa skrzynki biegów trójwałkowej. • Budowa skrzynek biegów hydromechanicznych. • Budowa wału, mostu napędowego i mechanizmu różnicowego. • Budowa hydraulicznego układu hamulcowego. • Budowa pneumatycznego układu hamulcowego. • Budowa układu kierowniczego. Przekładnie kierownicze. • Budowa układu kierowniczego. Mechanizmy zwrotnicze. • Budowa zawieszenia. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawieszenia. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszenia.	
CAD w modelowaniu napędów	K_W06, K_U07, K_U17
• Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie • Parametryzacja części i zespołów • Tworzenie i wykorzystanie elementów inteligentnych iPart, iFeautures, iMate, iAssembly • Projektowanie sprzęgła z użyciem generatora połączeń śrubowych lub sworzniowych • Projektowanie wałów maszynowych z użyciem narzędzi projektowania funkcjonalnego. Obliczenia łożysk i wpustów. • Projektowanie przekładni walcowej, stożkowej, ślimakowej, łańcuchowej, pasowej z użyciem generatora przekładni • Projektowanie korpusu, pokryw, tulei • Projekt reduktora z przekładnią jednostopniową walcową • Projekt reduktora z przekładnią planetarną • Modelowanie i analiza wytrzymałościowa konstrukcji ramowych z zastosowaniem generatora ram • Analiza kinematyczna i dynamiczna zespołu. Uzupełnienie dokumentacji studenta	
CAD w projektowaniu narzędzi i wyrobów	K_W01, K_W04, K_W09, K_W11, K_W18, K_W19, K_U07, K_U08, K_K01, K_K04, K_K06
• Zasady konstrukcji wyrobów z tworzyw sztucznych • Projektowanie wyrobów w kontekście złożenia z podziałem na poszczególne elementy - wypraski • Przygotowanie konstrukcji wyrobów do formowania wtryskowego • Projektowanie konstrukcji wyrobów oraz narzędzi do procesu termoformowania • Projektowanie wyrobów oraz narzędzi do procesu formowania rozdmuchowego • Zasady konstrukcji form wtryskowych, analiza technologiczności wyrobów z tworzyw sztucznych • Projektowanie gniazd formujących, tworzenie powierzchni podziału gniazd na część stemplową i matrycową. • Projektowanie gniazd formujących, tworzenie powierzchni podziału gniazd na część stemplową, matrycową o wyższej złożoności technologicznej. • Dobór korpusów i elementów znormalizowanych form wtryskowych jedno i wielogniazdowych • Projektowanie układów wlewowych • Projektowanie układu usuwania wyprasek z formy • Projektowanie układu chłodzenia • Projektowanie nieskomplikowanej formy wtryskowej wielogniazdowej • Projektowanie formy wtryskowej wielowyrobowej/rodzinnej • Zaliczenie	

Czynnik ludzki w technice	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
• Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - przykłady ergonomii w przemyśle • Charakterystyka środowiska pracy z uwzględnieniem przedmiotów techniki. Omówienie wybranego procesu technologicznego, maszyny lub urządzenia pod kątem bezpieczeństwa i wpływu człowieka na kształtowanie warunków pracy. • Identyfikacja zagrożeń wynikających z zależności człowiek-maszyna-otoczenie. Zwrócenie uwagi na źródło zagrożenia, skutki zagrożeń, a także wdrażanie środków zapobiegawczych. • Przedstawienie, omówienie i pokazanie sposobów nadzoru nad maszynami i uprzędzeniami techniki. Pokazanie prowadzonej dokumentacji oraz przedstawienie w sposób praktyczny skutków niewłaściwego funkcjonowania człowiek-maszyna-otoczenie. • Analiza zdarzeń wypadkowych i awarii występujących przy stosowaniu przedmiotów techniki. Wskazanie najczęstszych przyczyn wypadków i awarii, a także potencjalnych skutków tych zdarzeń. Zwrócenie uwagi na skutki: gospodarcze, społeczne, techniczne i organizacyjne. • Przedstawienie środków ochronnych występujących w relacji człowiek-maszyna-otoczenie. Wskazanie podstawowych zasad pierwszej pomocy względem typowych urazów występujących podczas obsługi maszyn, urządzeń i procesów technologicznych.	
Diagnostyka samochodów	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
• Przedmiot, istota i zadania diagnostyki technicznej pojazdów samochodowych. Klasyfikacja i charakterystyka parametrów diagnostycznych. Stany diagnostyczne. Proces diagnozowania i procedury diagnostyczne. • Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce pojazdów samochodowych. • Diagnostyka układów napędowych i silników spalinowych pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszenia i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych.	
Efektywność energetyczna	K_W01, K_W02, K_W05, K_W11, K_U01, K_U04, K_U07, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01, K_K04
• Audyting energetyczny -podstawowe określenia: definicja audytingu, audyting pełny, rozszerzony. Sposoby podejścia podczas realizacji audytingu. Cel audytingu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego • Nakłady i efekty w przedsięwzięciach usprawniających użytkowanie energii. Charakterystyka efektów spowodowanych realizacją przedsięwzięć. Sposoby wskazywania środków finansowych na modernizację. Zmniejszenie kosztów energii. Obliczanie sumarycznych efektów modernizacji • Analiza opłacalności ekonomicznej przedsięwzięć modernizacyjnych instalacji przemysłowych. Obliczanie wskaźników opłacalności. Przepływy pieniężne dla określonych przychodów i wydatków. Stopa dyskontowa i współczynnik dyskontujący. Rzeczywista stopa procentowa. Przepływy finansowe przy finansowaniu ze środków własnych. Przepływy pieniężne przy finansowaniu z udziałem kredytu bankowego. • Badanie opłacalności przedsięwzięć. Metody dyskontowe. Proste metody oceny opłacalności. Wartość bieżąca netto. Wewnętrzna stopa zwrotu. Okres zwrotu nakładów. Koszt wytworzenia jednostki energii •	

Analiza wrażliwości kosztów i efektów. Niepewność wynikająca z nakładów inwestycyjnych. Metody uwzględniania ryzyka-jednoparametrowa analiza wrażliwości. Przykłady oceny opłacalności –obliczanie wartości bieżącej netto przy znanych przepływach pieniężnych. Zastosowanie okresu zwrotu nakładów • Potencjał oszczędności energii. Charakterystyka budynków: stropodachy, dachy, ściany zewnętrzne, drzwi, systemy grzewcze i wentylacyjne. Przyczyny strat ciepła • Elementy fizyki budowli. Mikroklimat pomieszczeń, temperatura obliczeniowa otoczenia budynku, przepływ ciepła przez przegrody. Przenikanie ciepła przez przegrody budowlane. Straty ciepła przez przegrody. Kondensacja pary. Wymiana powietrza w budynku. Bilans cieplny budynku. Systemy ogrzewania • Cel i zakres audytingu. Metodyka. Kryteria oceny. Podstawowe dane techniczne. Opis konstrukcji budynku. Instalacje grzewcze, wentylacyjne –inwentaryzacja. Ocena aktualnego stanu technicznego. Określenie zapotrzebowania na moc grzewczą i sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania. Określenia zapotrzebowania energii dla cwu. Opłaty za ogrzewanie i cwu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Określanie nakładów inwestycyjnych. Wyniki analizy opłacalności • Ocena stanu technicznego i inwentaryzacja. Sporządzenie opisu konstrukcji. System grzewczy budynku • Obliczanie zapotrzebowania na moc grzewczą oraz kosztów ogrzewania • System wentylacyjny budynku-określenie zapotrzebowania powietrza wentylacyjnego • Bilans energetyczny wybranego obiektu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii • Analiza opłacalności przedsięwzięć. Nakłady inwestycyjne	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Wprowadzenie - omówienie karty przedmiotu. Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. • Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. • Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. • Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. • Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. • Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. • Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. • Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Przepisy BHP. Analiza karty przedmiotu. Warunki zaliczenia. • Analiza i ocena szkodliwych czynników występujących w środowisku związanych z działalnością człowieka oraz ich wpływ na ekosystemy. • Zanieczyszczenia gazowe. • Zanieczyszczenia pyłowe. • Hałas. • Rozwiązania minimalizujące szkodliwe oddziaływanie na środowisko I. • Rozwiązania minimalizujące szkodliwe oddziaływanie na środowisko II. • Zajęcia podsumowujące cykl kształcenia. Podanie ocen końcowych.	
Ekonomiczne aspekty działalności przedsiębiorstw	K_W11, K_U12, K_K04
• Wprowadzenie do przedmiotu. Zasoby majątkowe przedsiębiorstwa. Kapitały własny i obcy. • Wynik przedsiębiorstwa, warianty i modele. • Zarzadzanie i funkcjonowanie przedsiębiorstwa. • Zaliczenie oraz podsumowanie.	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
• Rozwój samochodowych urządzeń elektrycznych. Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Regulatory napięcia Prądnico-rozruszniki. Rozruszniki elektryczne. Metody i urządzenia ułatwiające rozruch silnika spalinowego Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Zintegrowane systemy	

zapłonu i wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Wtrysk paliwa gazowego. Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Adaptacyjne systemy oświetlenia w pojazdach samochodowych. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). Elektryczne wyposażenie dodatkowe pojazdu (wycieraczki, spryskiwacze, sygnalizacja dźwiękowa). Urządzenia elektronicznego wyposażenia dodatkowego poprawiające bezpieczeństwo czynne pojazdu (ABS, ASR, systemy kontroli trakcji). • Organizacja laboratorium oraz stanowiskowe szkolenie BHP. Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badania urządzeń ułatwiających rozruch. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie iskrowym. Badanie elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie kierunkowskazów. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. Badanie sygnału dźwiękowego pojazdu samochodowego. Badanie wycieraczek i spryskiwaczy samochodowych. Lokalizacja uszkodzeń w instalacji elektrycznej pojazdu. Zaliczenie laboratorium.	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
• Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. • Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. • Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. • Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne • Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego.	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13, K_U20
• Cel i zakres grafiki inżynierskiej. Dokumentacja techniczna. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. Część 1 • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. Część 2 • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz	

konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. Część 1. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. Część 1. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. Część 1. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. Część 2. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn. • Połączenia rozłączne. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Połączenia rozłączne. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, kołki, sworznie. • Połączenia nierozłączne. Rysowanie i wymiarowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Test zaliczeniowy • Konstrukcje geometryczne. Praca kontrolna 1- Konstrukcje geometryczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Omówienie przenikania powierzchni obrotowych. Praca kontrolna 2 - Przenikanie powierzchni obrotowych • Rzutowanie na sześć wzajemnie prostopadłych rzutni metodą europejską. • Rzutowanie na sześć wzajemnie prostopadłych rzutni metodą europejską - kolokwium. • Przekroje proste. • Przekroje proste - kolokwium. Praca kontrolna 3 - Pismo techniczne. • Przekroje złożone: łamane. • Przekroje złożone: stopniowe. • Przekroje złożone: łamane i stopniowe - kolokwium. • Omówienie wymiarowania w rysunku technicznym. • Wymiarowanie - kolokwium. • Model rzeczywisty w widokach, przekrojach, kładach. Wymiary i tolerancje wymiaru. • Model rzeczywisty w widokach, przekrojach, kładach. Wymiary i tolerancje wymiaru. - kolokwium. • Omówienie dokumentacji technicznej wyrobu.

Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13, K_U20

• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie koła zębatego. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie koła pasowego. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału. Część 1. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału. Część 2. • Rysowanie i wymiarowanie łożysk. Schematyczne przedstawianie elementów i połączeń mechanicznych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. • Pogłębianie wiedzy oraz ćwiczenie funkcji z zakładek rysuj i modyfikuj • Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Obszar modelu i papieru. Wymiarowanie. Napisy. Kreskowanie. Powiększenia szczegółów. • Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów typu gwint i połączenia gwintowe. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). • Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów typu wał maszynowy. Tolerancje wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów typu koło zębate. Tolerancje wymiaru. Tolerancje geometryczne. • Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku • Rysunek wykonawczy: elementy typu tarcza/tuleja (wymiary, tol. wym., chrop. pow.) • Rysunek wykonawczy: elementy z gwintem (wymiary, tol. wym., chrop. pow.). Praca kontrolna: połączenie gwintowe (bez wymiarowania) • Rysunek wykonawczy: wał maszynowy

(wymiary, tol. wym., chrop. pow., tol. geom.). Oznaczenie obróbki powierzchni. Praca kontrolna: rysunek złożeniowy. część 1 • Rysunek wykonawczy: wał maszynowy (wymiary, tol. wym., chrop. pow., tol. geom.). Oznaczenie obróbki powierzchni. Praca kontrolna: rysunek złożeniowy. część 2 • Rysunek wykonawczy: koło zębate (wymiary, tol. wym., chrop. pow., tol. geom.). Oznaczenie obróbki powierzchni • Rysunek wykonawczy: pokrywa przelotowa na podstawie rysunku złożeniowego (wymiary, tol. wym., chrop. pow., tol. geom.). • Rysunek wykonawczy: korpus (wymiary, tol. wym., chrop. pow., tol. geom.). • Zaliczenie: odręczny rysunek wykonawczy prostego elementu z gwintem (wymiary, tol. wymi., chrop. pow.,tel. geom.)

Inżynieria pojazdów w systemach CAD/CAM	K_W05, K_W06, K_U07, K_U09, K_U15, K_K03
• Wprowadzenie do zajęć. Przedstawienie zakresu tematycznego projektów. Warunki zaliczenia. Zapoznanie studentów ze stosownymi przepisami/regulaminami. • Zapoznanie się ze środowiskiem CATIA V5. Poznanie interfejsu. Zarządzanie plikami. • Moduł Sketcher - charakterystyka, podstawowe polecenia. Tworzenie prostych symulacji mechanizmów z wykorzystaniem szkicownika. • Podstawowe operacje modelowania bryłowego. • Operacje modelowania powierzchniowego i hybrydowego. • Definiowanie złożeń zespołów. Projektowanie w kontekście zespołu. • Korzystanie z zewnętrznych bibliotek części znormalizowanych. Tworzenie dokumentacji 2D. • Skanowanie 3D. • Obróbka skanów 3D. Import danych do programu. • Elementy rzeczywiste (siatka trójkątów) i nominalne (model CAD). Rodzaje bazowania (wstępne, główne, manualne). • Modelowanie części z wykorzystaniem skanu 3D. • Analiza kinematyczna zawieszenia wybranego pojazdu. • Technologie druku 3D. Budowa, zasady eksploatacji i regulacji drukarki 3D w technologii FDM. • Technologiczność modeli 3D w aspekcie druku. • Analiza wytrzymałościowa części z wykorzystaniem MES. • Podsumowanie zajęć. Wystawienie/poprawa ocen.	
Inżynieria wytwarzania i eksploatacji pojazdów	K_W05, K_W06, K_W10, K_U06, K_U08, K_U16, K_K01, K_K03
• Wprowadzenie do zajęć - tematyka i zasady zaliczenia. Podstawowe procesy i techniki wytwarzania części samochodowych. Materiały konstrukcyjne stosowane w pojazdach samochodowych. Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna części samochodowych. Wytwarzanie i zastosowanie eksploatacyjne nowoczesnych powłok części samochodowych. Metrologia i kontrola zgodności produkcji w motoryzacji. Technologie montażu w motoryzacji. Podstawowe zasady eksploatacji pojazdów. Procesy obsługi technicznej pojazdów. Metody oceny stanu technicznego pojazdów i ich podzespołów. Procesy i weryfikacja zużycia części samochodowych. Technologie napraw i regeneracji części samochodowych. Dokumentacja techniczno-ruchowa i serwisowa.pojazdów. Katalogowanie konstrukcji pojazdów i ich podzespołów. Zaopatrywanie eksploatacyjne - systemy dystrybucji materiałów eksploatacyjnych i części zamiennych. Zaliczenie zajęć wykładowych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych - tematyka i zasady zaliczenia. Projektowanie bryłowe 3D części samochodowych z uwzględnieniem technologiczności konstrukcji. Zastosowanie narzędzi inżynierii odwrotnej w procesach naprawy i rekonstrukcji pojazdów. Ocena jakości poprodukcyjnej i zużycia powierzchni części pojazdów samochodowych - parametry mikrostruktury geometrycznej. Ocena właściwości tribologicznych wybranych powłok części samochodowych. Ocena stanu technicznego i identyfikacja uszkodzeń wybranych podzespołów i elementów samochodowych. Realizacja procesu naprawy wybranego elementu/podzespołu	

pojazdu. Analiza dokumentacji serwisowej i konstrukcyjnej pojazdu - realizacja procesu zaopatrywania w części zamienne ze pomocą systemów informatycznych. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych.	
Komputerowe modelowanie układów napędowych	K_W05, K_W06, K_U04, K_U08, K_U09, K_U20, K_K03
• Nauka modelowania termodynamicznego silnika spalinowego w oparciu o najnowsze technologie w branży motoryzacyjnej	
Krystalizacja stopów	K_W04, K_W07, K_W14, K_U08, K_U10, K_U17
• Wiadomości wstępne: siła pędna, równowagowa temperatura krystalizacji i równowagowy współczynnik rozdziału składnika. • Zarodkowanie kryształów: homogeniczne, heterogeniczne i dynamiczne. Wzrost kryształów. Front krystalizacji i jego trwałość. • Krystalizacja objętościowa i kierunkowa. Wpływ gradientu temperatury na segregację składnika, topienie strefowe. • Warunki i sekwencja przejścia od płaskiego do dendrytycznego frontu krystalizacji. • Modyfikacja stopów. Krystalizacja eutektyk i ich klasyfikacja. Szybka krystalizacja. Kształtowanie pierwotnej struktury odlewu. • Badanie wpływu grubości ścianki na szybkość krzepnięcia odlewu. Wpływ stanu fizykochemicznego ciekłego metalu na krystalizację stopów Fe-C. • Badanie wpływu rodzaju materiału i temperatury formy na krystalizacje żeliwa. Kształtowanie struktury żeliwa drogą modyfikacji. • Wpływ modyfikacji na krystalizację stopów Al-Si. • Określenie wpływu parametrów zalewania na krystalizację stopów Fe-C z wykorzystaniem analizy termicznej i różniczkowej. • Kształtowanie mikrostruktury odlewów przez nadtapianie i szybką krystalizację.	
Maszyny i narzędzia do przetwórstwa	K_W04, K_W07, K_W09, K_K04
• Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach przygotowania tworzyw do przetwórstwa • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach wytłaczania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach wtryskiwania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach wytłaczania i wtryskiwania z rozdmuchem • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach termoformowania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach prasowania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach odlewania rotacyjnego • Urządzenia i oprzyrządowanie w procesach specjalnych (np. w produkcji kompozytów polimerowych) • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach recyklingu tworzyw polimerowych	
Maszyny i urządzenia odlewnicze	K_W06, K_W09, K_W10, K_U08, K_U10, K_U11
• Wiadomości wstępne. Urządzenia do przygotowania mas formierskich i rdzeniowych. • Urządzenia do regeneracji mas formierskich i rdzeniowych. Maszyny formierskie. • Automaty formierskie i zautomatyzowane linie odlewnicze. Piece do topienia i uszlachetniania ciekłego metalu. • Transport wewnętrzny w odlewni. Urządzenia do specjalnych technologii odlewniczych. • Mechanizacja i automatyzacja procesu zalewania form. • Urządzenia do wybijania odlewów. Urządzenia do oczyszczania i wykańczania odlewów. • Obieg materiałów formierskich w odlewni. Maszyny ,urządzenia i procesy do przygotowania materiałów i mas formierskich oraz rdzeniowych. Maszyny i urządzenia do procesu regeneracji masy zużytej, dobór urządzeń, klasyfikatory pneumatyczne. Urządzenia fluidyzacyjne w procesach suszenia, chłodzenia i transportu materiałów formierskich w odlewnictwie. • Maszyny do wykonywania form i rdzeni.	

Urządzenia do zalewania ciekłego metalu. Maszyny do wybijania i oczyszczania odlewów. Podstawy zagadnień związanych z urządzeniami do technologii odlewania w formach trwałych	
Maszyny sterowane NC	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U17
• Budowa maszyn sterowanych numerycznie: Charakterystyka maszyn sterowanych numerycznie. Osie sterowane numerycznie. Punkty charakterystyczne maszyny. Korpusy i prowadnice. Wrzeciona i głowice narzędziowe. Układy pomiaru położenia i przemieszczenia. Urządzenia do wymiany narzędzi. • Modułowa konstrukcja maszyn sterowanych numerycznie: Urządzenia sterujące. Napędy główne. Napędy ruchów posuwowych. Napędy pomocnicze. Układy hydrauliczne. Zespoły mechaniczne. Urządzenia diagnozujące. Urządzenia pomocnicze. • Sterowanie numeryczne maszyn technologicznych: Komputerowe układy sterowania (CNC) maszyn technologicznych. Pojęcia podstawowe z zakresu sterowania numerycznego. Układy współrzędnych i struktury ruchowe w maszynach sterowanych numerycznie. Analiza możliwości układów CNC. • Serwomechanizmy maszyn sterowanych numerycznie: Układy serwonapędowe osi sterowanych. Struktura i charakterystyka serwomechanizmu. Silniki elektryczne serwonapędowe i krokowe. Zintegrowane jednostki napędowe. Przetworniki pomiarowe. Przekładnie mechaniczne. • Podstawy projektowania napędu głównego maszyn sterowanych numerycznie. Założenia konstrukcyjne. Konstrukcja wrzeciennika. Dobór silnika. Napęd bezstopniowy. Obliczenia konstrukcyjne przekładni mechanicznych. • Analiza możliwości programowania maszyn CNC i wymiany danych w procesie sterowania. Zaawansowane programowanie dialogowe obróbki. • Odmiany konstrukcyjne maszyn sterowanych numerycznie: Tokarki CNC, frezarki CNC, centra obróbkowe, szlifierki CNC, maszyny do obróbki laserowej i elektroerozyjnej, maszyny do cięcia strugą wodno- ścierną, maszyny do obróbki hybrydowej. Możliwości technologiczne maszyn CNC. • Bezpieczne użytkowanie maszyn sterowanych automatycznie: Akty prawne. Normy krajowe i międzynarodowe. Zabezpieczenia stosowane w budowie maszyn CNC. • Analiza dokładności geometrycznej maszyn CNC i badań w tym zakresie. • Analiza możliwości programowania maszyn CNC i wymiany danych w procesie sterowania. • Inteligentne systemy sterowania dla maszyn CNC. • Trendy rozwojowe w budowie i eksploatacji maszyn CNC. • Ustawianie tokarek CNC. • Ustawianie frezarek CNC. • Ustawianie szlifierek CNC. • Badania naukowe w zakresie dokładności obrabiarek CNC z wykorzystaniem urządzeń diagnostycznych. • Badania naukowe w zakresie dokładności geometrycznej obrabiarek CNC z wykorzystaniem przyrządów czujnikowych oraz trzpieni kontrolnych. • Badania w zakresie sztywności wybranych zespołów obrabiarki. • Dialogowe programowanie obróbki. • Projektowanie zespołu osi sterowanej/napędu ruchu głównego. • Opracowanie planu konserwacji obrabiarki CNC. • Opracowanie i uruchomienie programów sterujących dla obrabiarek CNC. • Powtórzenie wiadomości.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19, K_U20
• Definicja i rodzaje maszyn technologicznych. Podstawowe zespoły maszyn obróbkowych. Cechy techniczno-użytkowe maszyn obróbkowych. Układ funkcjonalny maszyny. Kształtowanie powierzchni i podział ruchów w maszynach obróbkowych. Układ kształtowania, konstrukcyjny i kinematyczny maszyn obróbkowych. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne obrabiarek: tokarek. •	

Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne obrabiarek: wiertarek i frezarek. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne obrabiarek: przecinarek, strugarek, dłutownic, przeciągarek. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, metody obróbki uzębień kół walcowych, dłutownice Maaga, dłutownice Fellowsa, frezarki obwiedniowe. • Obrabiarki do uzębień: parametry obróbki, struktura programowania ręcznego i dialogowego frezowania obwiedniowego. • Obrabiarki do uzębień: metody szlifowania uzębień kół walcowych, szlifierki Nilesa, szlifierki Maaga, szlifierki Reishauera. • Obrabiarki sterowane numerycznie CNC, centra obróbcze CNC. Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych. • Obrabiarki erozyjne: charakterystyka, podział, możliwości technologiczne obróbki elektroerozyjnej. • Struktura programowania ręcznego i parametry obróbki wycinania elektroeozyjnego WEDM. • Obrabiarki erozyjne: charakterystyka, podział, możliwości technologiczne obróbki elektrochemicznej i wodnościernej. • Obrabiarki erozyjne: charakterystyka, podział, możliwości technologiczne obróbki laserowej. Obróbka wspomagana ultradźwiękami. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne szlifierek. • Obrabiarki do honowania, osełkowania i docierania. Omówienie tematów zaliczenia. • Weryfikacja wiedzy w formie zaliczenia pisemnego. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka pociągowa uniwersalna: przygotowanie nastaw maszyny do wykonania obróbki z posuwami roboczymi i gwintowymi. Przykłady obróbki wykonane na maszynie. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: podstawy programowania ręcznego oraz dobór parametrów obróbki frezowania obwiedniowego kół zębatych walcowych. Porównanie programowania ręcznego i dialogowego obrabiarki CNC. Przykłady obróbki wykonane na maszynie. • Wycinarka elektroerozyjna WEDM: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Wycinarka elektroerozyjna WEDM: podstawy programowania ręcznego i dobór parametrów obróbki elektroerozyjnej na przykładzie wycinarki elektroerozyjnej WEDM. Przykłady obróbki wykonane na maszynie. • Tokarka rewolwerowa CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. • Weryfikacja wiedzy w formie zaliczenia pisemnego - przygotowanie zadania do wykonania na danej maszynie.	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09, K_U20
• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklejanych. • Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. • Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. • Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.	

Matematyka 1	K_W01, K_U09, K_K03
• Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Geometria analityczna w przestrzeni. • Funkcje. Definicja funkcji. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklometryczne. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość, wklęsłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Kolokwia.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
• Całka nieoznaczona - całkowanie wybranych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego (wybrane typy równań). • Kolokwia.	
Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	K_W05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
• Klasyfikacja materiałów eksploatacyjnych. Powstawanie paliw konwencjonalnych i alternatywnych. Paliwa do silników o zapłonie wymuszonym. Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym. Ciekłe i gazowe paliwa alternatywne. Oleje smarowe. Płyny hamulcowe i do układów chłodzenia. Smary plastyczne. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu oleju napędowego. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Pomiar wskaźnika lepkości oleju silnikowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliwa. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
• Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych • Idealna budowa krystaliczna • Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów • Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali • Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych • Krystalizacja metali ii stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrystalizacja • Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Staliwo i stal niestopowa • Żeliwo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia ilościowa • Odkształcenie plastyczne; Zgniot i rekrystalizacja • Układ równowagi żelazo-wegiel • Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi • Stal niestopowa • Odlewnicze stopy żelaza	

Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
• Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplne • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane, ceramiczne i kompozytowe • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obrobka cieplna stopów metali nieżelaznych • Stal konstrukcyjna stopowa • Stal narzędziowa • Stal o szczególnych właściwościach • Stopy aluminium • Stopy miedzi • Stopy niklu i tytanu • Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sil, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sil. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów	

materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 • Ruch drgający punktu, chrakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. • Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady.

Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03

• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu-równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu kryzą ISA • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej.Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb

Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Lavala. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu.	
Metalurgia procesów spawalniczych	K_W04, K_W07, K_W10, K_U02, K_U14, K_U17, K_K01
• Spawalnicze źródła ciepła. Wpływ łuku na kształtowanie się jeziorka spawalniczego • Podstawy metalurgii procesów spawalniczych. Procesy metalurgiczne Procesy cieplne spawania łukiem elektrycznym, plazmowym, wiązką elektronową i wiązką laserową • Procesy metalurgiczne przebiegające podczas spawania elektrodami otulonymi, łukiem krytym, drutem z rdzeniem proszkowym i metodami GTAW oraz GMAW • Rola żużla, topników, gazów osłonowych oraz formujących w procesach spawania stali i metali nieżelaznych • Odtlenianie, odsiarczanie oraz odfosforowanie spoin • Azot i wodór w złączach spawanych oraz sposoby ich usuwania • Pękanie połączeń spawanych. Przyczyny i rodzaje pęknięć, mechanizm ich przebiegu, zapobieganie ich powstawaniu. • Bilans cieplny w procesie spawania, kształtowanie się złącza spawanego z zastosowaniem różnych strumieni skoncentrowanego ciepła oraz topników (A-TIG) • Doświadczalne i obliczeniowe metody określania spawalności stali • Analityczne określenie struktury złączy spawanych z użyciem programu MATSPAW • Analityczne metody zasadowości żużli i topników spawalniczych • Oznaczanie zawartości wodoru w złączach spawanych wykonywanych różnymi metodami spawania	
Metody odlewania	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
• Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe. • Grawitacyjne odlewanie kokilowe. • Odlewanie precyzyjne. • Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form. • Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.	
Metodyka studiowania	K_W09, K_U06, K_K03
• Wprowadzenie do studiowania na uczelni technicznej. Organizacja procesu studiowania oraz metody efektywnego uczenia się i planowania pracy własnej studenta. • Źródła informacji naukowej i technicznej. Zasady wyszukiwania, selekcji i krytycznej analizy literatury naukowej oraz przygotowywania opracowań i prezentacji o charakterze akademickim. • Etyczne, społeczne i prawne aspekty działalności zawodowej inżyniera, w tym zasady rzetelności naukowej i poszanowania własności intelektualnej.	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość powierzchni. • Pomiary wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. •	

Pomiary odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiary chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.	
Modelowanie procesów produkcyjnych	K_W05, K_W14, K_U04, K_U09, K_U17, K_U18, K_K04
• Cele modelowania procesów produkcyjnych. Dyskretne systemy produkcyjne jako obiekt modelowania. Klasyfikacja procesów produkcyjnych. Przegląd metod modelowania procesów produkcyjnych. Podstawowe elementy teorii sieci Petri. Algebraiczna i graficzna reprezentacje sieci. Dynamika sieci Petri. Klasyfikacja sieci Petriego. • Czasowe sieci Petriego. Sieci deterministyczne i stochastyczne. Przykłady zastosowań czasowych sieci Petriego do modelowania i oceny wydajności systemów produkcyjnych. Kolorowe sieci Petriego. • Wprowadzenie do symulacji dyskretnej. Symulacja z ustalonym taktem czasowym oraz symulacja zdarzeniowa. Podstawowe etapy budowy modelu symulacyjnego. Implementacja symulacji komputerowej systemów zdarzeń dyskretnych. Planowanie eksperymentów symulacyjnych • Modelowanie i symulacja procesu montażu z wykorzystaniem teorii grafów.Budowa grafu powiązań, macierz incydencji. • Wprowadzenie do metody dynamiki systemów. Związki przyczynowo - skutkowe i wzorce zachowań. • Modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych w metodzie dynamiki systemów, analiza przepływu materiałów. • Modelowanie i symulacja procesów montażu oraz obsady stanowisk w metodzie dynamiki systemów. • Podstawy modelowania za pomocą sieci Petri. • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą aparatu sieci Petri. • Modelowanie gniazda produkcyjnego w Enterprise Dynamics. • Realizacja eksperymentów symulacyjnych w Enterprise Dynamics. • Tworzenie diagramów przyczynowo-skutkowych oraz diagramów strukturalnych w programie Vensim. • Modelowanie i analiza procesu produkcyjnego metodą dynamiki systemów • Modelowanie i analiza procesów montażu i obsady stanowisk metodą dynamiki systemów. • Sprawdzian zaliczeniowy, część praktyczna. • Podsumowanie wykładu	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja	

prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwomechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyny; sprzężenie mechaniczne i przez układ sterowania; sztywność kinematyczna sprzężenia. Interpolacja – rodzaje i realizacja. • Podział układów sterowania obrabiarek. Osie współrzędnych i struktury ruchowe w obrabiarkach sterowanych numerycznie. • Podstawowe układy sterujące. Programowalne sterowniki logiczne PLC. Podstawy sterowania numerycznego. Struktura funkcjonalna sterowania numerycznego. • Sterownik położenia napędu. Podstawy programowania układów sterowania numerycznego. Struktura programu sterującego • Sterowanie komputerowe obrabiarek. Komputerowe układy sterowania CNC. Układu CNC o strukturze klasycznej, rozproszonej i otwartej. • Układy sterowania adaptacyjnego AC. • Charakterystyki mechaniczne serwonapędu osi sterowanej ruchu prostoliniowego. • Badanie charakterystyk statycznych i dynamicznych napędu z silnikiem skokowym. • Symulacja i budowa układów hydrostatycznych. Badanie charakterystyk mechanicznych układów hydrostatycznych. • Programowanie napędów posuwu obrabiarek sterowanych numerycznie.	
Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03
• Ogólna klasyfikacja naprężeń i odkształceń w połączeniach spawanych. Odkształcenia w cyklu cieplnym spawania. • Zmiany zachodzące w metalu podczas wykonywania spoin wielowarstwowych ze złożonym cyklem cieplnym. • Rozkład naprężeń cieplnych powstających przy spawaniu. • Oddziaływanie naprężeń własnych z naprężeniami zewnętrznymi. • Sposoby obniżania naprężeń powstających podczas spawania • Odkształcenia spawalnicze liniowe. • Odkształcenia spawalnicze podłużne i określenie skurczu poprzecznego. • Wyznaczenie wartości odkształceń połączeń spawanych blach stalowych spawanych gazowo, łukowo elektrodami otulonymi w atmosferze gazów.	
Obliczanie przekładni zębatych wg ISO	K_W06, K_U01, K_U13
• Projektowanie współczesnych przekładni zębatych według metodyki ISO. Konstrukcja kół i przekładni. Wytrzymałość zazębienia. Metody A, B i C obliczeń wytrzymałościowych, zakres stosowania. Obliczanie nośności kół zębatych walcowych o zębach prostych i śrubowych. Przenoszenie obciążenia przez zazębienie. Wytrzymałość zazębienia na naciski powierzchniowe (pitting). Wytrzymałość uzębienia na złamanie u podstawy. Obliczenia przekładni zębatej na zatarcie. Metoda temperatury błyskowej. Wpływ smarowania na odporność na zatarcie. Odporność przekładni na zagrzanie. Bilans cieplny przekładni. • Projektowanie przekładni w zakresie nośności. Dobór współczynników dla różnych warunków pracy przekładni, analiza nośności w odniesieniu do klasy wykonania uzębień. • Projektowanie przekładni w zakresie wytrzymałości na naciski powierzchniowe. Obliczanie współczynnika bezpieczeństwa, dobór współczynników określających wytrzymałość na pitting i ich analiza. • Projektowanie przekładni w zakresie wytrzymałości na złamanie u podstawy zęba. • Zagadnienia doboru materiałów na koła zębate w kontekście wytrzymałości przekładni. • Obliczanie przekładni na zatarcie dla metody temperatury błyskowej. Obliczenia średniej temperatury kontaktu. Uzupełnienie dokumentacji studenta.	
Obrabiarki CNC	K_W04, K_W05, K_W06, K_W09, K_W10, K_W14, K_W16, K_W17, K_U01, K_U08, K_U14, K_U15, K_U16, K_K01, K_K03

• Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia prowadnicowe w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, prace badawcze dotyczące obrabiarek • Podsumowanie wiadomości z wykładu, omówienie przykładowych zadań na egzamin. • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Opracowanie planu przeglądów obrabiarki. • Badanie sztywności wybranych zespołów. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Obsługa magazynów narzędziowych. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na szlifierkach CNC. • Katalogowy dobór wybranych zespołów obrabiarki • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrobionego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). • Rozwiązywanie wybranych zadań z zakresu MEK2/MEK3, poprawa niezaliczonych prac.	
Obrabiarki sterowane NC	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U17
• Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia prowadnicowe w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, prace badawcze dotyczące obrabiarek • Podsumowanie wiadomości z wykładu, omówienie przykładowych zadań na egzamin. • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki,	

ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Opracowanie planu przeglądów obrabiarki. • Badanie sztywności wybranych zespołów. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Obsługa magazynów narzędziowych. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na szlifierkach CNC. • Katalogowy dobór wybranych zespołów obrabiarki • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrobionego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). • Rozwiązywanie wybranych zadań z zakresu MEK2/MEK3, poprawa niezaliczonych prac.

Obróbka cieplna złączy spawanych	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03

• Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyżarzania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. • Mechanizm relaksacji naprężeń. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. • Wpływ wyżarzania odprężającego na właściwości stali. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzające w zakresie dwufazowym. • Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w podwyższonej temperaturze. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. • Wyżarzanie odprężające złączy spawanych. • Wpływ wyżarzania na zmiany twardości złączy spawanych.

Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

• Wprowadzenie do obróbki ubytkowej. Klasyfikacja metod kształtowania części maszyn. Podstawowe pojęcia. Różnice pomiędzy skrawaniem a ścieraniem. Podstawy fizykalne procesu skrawania. Strefy skrawania i zjawiska w nich występujące. Kinematyka skrawania. Klasyfikacja i charakterystyka wiórów. Budowa wiórów. Spęczenie wiórów. Łamanie wiórów. Budowa łamaczy wiórów. Kształty wiórów. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Zjawisko zgniotu warstwy wierzchniej w obróbce skrawaniem. Wpływ parametrów procesu na zjawisko zgniotu. Zjawisko narostu. Wpływ zjawiska narostu na proces obróbki, przedmiot obrabiany oraz narzędzie. • Siła skrawania. Wzory do obliczania siły skrawania. Składowe siły skrawania. Praca i moc skrawania. Wyznaczanie mocy skrawania. Ciepło skrawania. Rozkład temperatur w strefie skrawania. Bilans cieplny procesu skrawania. Wpływ parametrów procesu na bilans ciepła. • Drgania w procesie skrawania. Rodzaje zużycia ostrza skrawającego. Charakterystyka i formy zużycia ściernego. Przykłady rodzajów zużycia ostrza. Wpływ warunków skrawania na zużycie ostrza. Kryteria stępienia ostrza. • Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. Wskaźniki skrawalności. Klasyfikacja materiałów pod względem skrawalności. Rola chłodziw w procesie skrawania. Sposoby doprowadzenia chłodziwa do strefy skrawania. • Kształtowanie właściwości warstwy wierzchniej w procesie skrawania. Budowa technologicznej warstwy wierzchniej. Modele powstawania naprężeń własnych. Wpływ procesu skrawania na właściwości warstwy wierzchniej. • Ogólna budowa i klasyfikacja narzędzi skrawających. Elementy składowe ostrza skrawającego. Układy odniesienia. Wyznaczanie geometrii ostrza wybranych narzędzi

skrawających. Definicje płaszczyzn i kątów. • Materiały narzędziowe. Klasyfikacja i porównanie materiałów narzędziowych. Charakterystyka stali szybkotnących. Klasyfikacja i zastosowanie węglików spiekanych. Charakterystyka ceramiki narzędziowej. Zastosowanie materiałów supertwardych. Budowa i wytwarzanie powłok ochronnych na narzędzia skrawające. • Wprowadzenie do obróbki skrawaniem. Klasyfikacja procesów obróbki ubytkowej. Obróbka ręczna. Narzędzia do obróbki ręcznej. Pomiary dokładności otworów po obróbce ręcznej. • Charakterystyka i klasyfikacja procesu toczenia. Parametry technologiczne toczenia. Warstwa skrawana w toczeniu. Budowa i zastosowanie narzędzi tokarskich. Badania procesu łamania wiórów. Badania procesu spęczania wiórów. Pomiary chropowatości powierzchni po toczeniu. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Charakterystyka i klasyfikacja procesu frezowania. Odmiany frezowania. Parametry technologiczne frezowania. Warstwa skrawana w frezowaniu. Budowa i zastosowanie narzędzi frezarskich. Typy ostrzy frezów. Pomiary chropowatości powierzchni po frezowaniu. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Charakterystyka i klasyfikacja procesów obróbki otworów. Parametry technologiczne wiercenia, rozwiercania i pogłębiania. Warstwa skrawana w wierceniu, rozwiercaniu i pogłębianiu. Budowa i zastosowanie narzędzi do obróbki otworów. Pomiary dokładności otworów po obróbce. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Charakterystyka i klasyfikacja procesów szlifowania. Parametry technologiczne szlifowania wałków, otworów i płaszczyzn. Budowa i oznaczanie ściernic. Przygotowanie ścienic do pracy. Charakterystyka procesu obciągania ściernic. Pomiary dokładności przedmiotów po szlifowaniu. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Geometria ostrzy narzędzi skrawających. Budowa ostrza. Określanie geometrii narzędzi tokarskich. Pomiar kątów ostrza. • Obróbka erozyjna: obróbka elektroerozyjna, obróbka laserowa, obróbka strugą wodno-ścierną. Charakterystyka i parametry procesów. • Obróbka gwintów. Narzędzia do obróbki gwintów. Parametry procesów toczenia gwintów, frezowania gwintów i gwintowania. • Obróbka uzębień. Charakterystyka obróbki kształtowej i obwiedniowej. Budowa narzędzi kształtowych i obwiedniowych. • Pomiar składowych siły skrawania w procesie toczenia. Określenie wpływu kąta przystawienia na wartość składowych siły skrawania. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Zastosowanie aplikacji komputerowych do doboru narzędzi i parametrów obróbki. Dobór narzędzi do wybranego zadania obróbkowego.

Obsługa i eksploatacja pojazdów hybrydowych	K_W05, K_W10, K_U06, K_U08, K_U14, K_K01

• Zasady bezpieczeństwa podczas obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia. • Opis budowy pojazdów wyposażonych w hybrydowe układy napędowe. • Opis działania pojazdów wyposażonych w hybrydowe układy napędowe. • Napęd elektryczny pojazdów hybrydowych. • Pokładowa sieć elektryczna pojazdu o napędzie hybrydowym. • Aparatura i urządzenia stosowane w obsłudze i eksploatacji pojazdów hybrydowych. • Opis obsługi pojazdów wyposażonych w hybrydowe układy napędowe. • Eksploatacja hybrydowych układów napędowych. • Stosowanie zasad bezpieczeństwa podczas obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia. • Odłączanie układu wysokiego napięcia w pojazdach hybrydowych. • Pomiar rezystancji izolacji, pomiar wyrównywania potencjałów oraz wykonywanie czynności obsługowych dotyczących elementów układu wysokiego napięcia na przykładzie wymiany baterii. • Ładowanie i rozładowywanie oraz testowanie baterii wysokonapięciowych. • Przechowywanie i

przewożenie baterii wysokonapięciowych. • Obsługa klimatyzacji w pojazdach zasilanych wysokim napięciem. • Procedury dotyczące mycia silnika, prac lakierniczych, holowania i wycofania z eksploatacji pojazdów zasilanych wysokim napięciem. • Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Odlewnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U01, K_U13, K_U20
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem, lejność ciekłego metalu • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Niezgodności odlewnicze	
Oprzyrządowanie technologiczne	K_W05, K_W17, K_U07, K_U10, K_U17, K_K04
• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Oprzyrządowanie technologiczne – podział, zalety stosowania, zagadnienia bazowania i oznaczania elementów ustalających i mocujących. Przegląd obrabiarek ze zwróceniem uwagi na wyposażenie standardowe i specjalne oraz opis konstrukcji stołów i wrzecion. Rozwiązania konstrukcyjne stołów i końcówek wrzecion obrabiarek. Elementy uchwytów obróbkowych, zasady ustalania, ustalanie płaszczyznami. Ustalanie powierzchniami walcowymi zewnętrznymi i wewnętrznymi, powierzchniami kształtowymi. Elementy mocujące uchwytów, zamocowania gwintowe, klinowe, mimośrodowe i krzywkowe. Elementy ustalające i prowadzące narzędzia, elementy i mechanizmy podziałowe. Uniwersalne oprzyrządowanie technologiczne, automatyzacja oprzyrządowania, uniwersalne przyrządy składane UPS, systemy pozycjonujące. Systemy mocowania narzędzi, kompleksowe systemy budowy maszyn. • Omówienie cech uchwytów specjalnych, prezentacja uchwytów. Omówienie ogólnych zasad projektowania uchwytów obróbkowych, przedstawienie przykładu praktycznego. Wydanie tematów projektów. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.	
OZE w transporcie	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
• Techniki czystego spalania – ograniczenie emisji składników toksycznych w urządzeniach przemysłowych. Spalanie w złożu fluidalnym. Oczyszczanie paliwa – metody oczyszczania węgla. • Oczyszczanie spalin. Metody odpylania spalin – odpylacze suche, mokre, filtry, elektrofiltry. Usuwanie ze spalin toksycznych składników gazowych – usuwanie NOx, usuwanie tlenków siarki. • Czyste technologie węglowe. Zgazowanie węgla. Gaz syntezowy. Układy gazowo-parowe z kotłami fluidalnymi. Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla. • Wykorzystanie biomasy jako surowca energetycznego. Pojęcie i rodzaje biomasy. Biomasa stała, ciekła i gazowa. Cechy charakterystyczne biomasy, zasoby – drewno, słoma, osady ściekowe. Właściwości energetyczne biomasy. • Zgazowanie biomasy. Synteza metanolu i jego zastosowanie.	

Metanol i jego pochodne w paliwach. Wytwarzanie metanolu z biomasy. • Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem biomasy i synteza metanolu. Etanol jako ciekła forma biomasy. • Biogaz jako źródło energii odnawialnej. Mechanizm powstawania biogazu. Źródła i technologie pozyskiwania biogazu. Energetyczne wykorzystanie biogazu. Małe układy CHP na biogaz. • Biopaliwa. Bilans energetyczny pozyskiwania biopaliw. Pojęcie paliw formowanych – ogólne informacje. „Spalanie" paliw w ogniwach paliwowych. Klasyfikacja ogniw paliwowych. • Analiza składu paliw gazowych. • Określanie wilgotności biomasy. • Wyznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych. • Wyznaczanie ciepła spalania lekkich paliw ciekłych. • Wyznaczanie stałej bomby kalorymetrycznej. • Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej biomasy stałej za pomocą bomby kolorymetrycznej. • Automatyczny pomiar ciepła spalania paliw stałych. • Zaliczenie laboratorium.	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, podstawowe pojęcia. Podstawowe struktury układów sterowania. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki i tworzenia modeli matematycznych i symulacyjnych układów i elementów. • Matematyczny opis członów i układów dynamicznych i statycznych w zagadnieniach sterowania • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe, metody symulacyjne • Stabilność układów automatycznej regulacji. Metody określania stabilności układów liniowych. • Struktury układów automatycznego sterowania. Schematy blokowe. Regulatory - podstawy • Automat skończony. Sterownik PLC. Automatyka zabezpieczeń. • Charakterystyki podstawowych elementów dynamicznych, korekta charakterystyki częstotliwościowej. Metody syntezy regulatorów. Kryteria jakości regulacji i sterowania. • Wybrane zagadnienia zaawansowanych systemów sterowania • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytaki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Wyznaczanie liczby stopni swobody schematów kinematycznych manipulatorów oraz dobór ilości i rodzajów napędów • Wyznaczanie ruchliwości i manewrowości manipulatorów • Elementy układu sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania	

Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U15, K_K04
• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Wdrażanie urządzeń do użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Charakterystyka obsługiwania maszyn. Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskaźniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Niezawodność obiektów złożonych. Naprawialność. Trwałość maszyn. Kształtowanie niezawodności maszyn, sposoby zwiększania niezawodności. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługiwania maszyny technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W05, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U09, K_U15, K_K04
• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskaźniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługiwania maszyny technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. • Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej -	

rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bbramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. • Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. • Symulacja obwodów elektronicznych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych • Pomiar wielkości elektrycznych • Silniki elektryczne • Diody • Tranzystory • Elementy optoelektroniczne • Układy cyfrowe • Podsumowanie

Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U20

• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Cel projektowania konstrukcji, kryteria projektowe, optymalizacja w procesach konstruowania.Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn.Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające.Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa, naprężenia dopuszczalne dla naprężeń stałych i zmiennych.Wpływ koncentratorów naprężeń na rozkład naprężeń. Konstrukcyjno-technologiczne sposoby podnoszenia wytrzymałości zmęczeniowej. • Dobór materiałów na konstrukcje – cechy materiałów. Normalizacja w budowie maszyn, rola i istota norm w budowie maszyn. Ogólna klasyfikacja maszyn i części maszynowych. Podstawowe grupy klasyfikacji części maszyn. • Połączenia w budowie maszyn, klasyfikacja i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn:podział i charakterystyka ogólna. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji oraz obliczeń wytrzymałościowych tych połączeń i technologia ich wykonania. • Połączenia rozłączne elementów maszyn. Rodzaje tych połączeń. Połączenia gwintowe. Rodzaje i geometria gwintów. Rozkład sił w połączeniu gwintowym. Moment tarcia na gwincie i powierzchni oporowej. Zyskowność, samohamowność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub.Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpustowych, klinowych, wielowypustowych oraz kołkowych i sworzniowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podatne-sprężyny oraz elementy gumowe. Klasyfikacja sprężyn, i charakterystyka

elementów podatnych. • Przewody rurowe i ich połączenia, zawory. • Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów. • Łożyskowanie osi i wałów. Łożyska ślizgowe i toczne. Konstrukcja łożysk ślizgowych i tocznych. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk tocznych. Żywotność i dobór łożysk tocznych. • Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła przymusowe. Dobór i obliczanie sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy lub węzeł konstrukcyjny zawierający połączenia rozłączne i nierozłączne np. spawane, sworzniowe, gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wał maszynowy według zadanego schematu obciążenia i geometrii, wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wytrzymałościowe, oraz dokonać obliczenia sprawdzające rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa z uwzględnieniem wytrzymałości zmęczeniowej. Wykonać dokumentację rysunkową: rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obrórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, oraz uwag technologicznych. • Przekładnia główna i mechanizm różnicowy • Przekładnia walcowa dwustopniowa o zębach śrubowych • Dwustopniowy reduktor walcowo-stożkowy • Przekładnia ślimakowa walcowa • Połączenia śrubowe i gwintowe • Sprzęgła • Zaliczenie

Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_U20, K_K01

• Napędy. Przenoszenie mocy w ruchu obrotowym w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatych. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa zazębienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunięcia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcja technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcja P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcja kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wichrowatych, ich geometria i kinematyka. Przełożenie, prędkość ślizgania i zakres stosowania tych przekładni. • Przekładnie stożkowe z kołami o zębach prostych i skośnych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Wymiary geometryczne kół stożkowych. Korekcja kół stożkowych. rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i koła ślimakowego. Prędkość ślizgania zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność zazębienia i sprawność całkowita przekładni. Korekcja koła ślimakowego i odległości osi po korekcji. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie cięgnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni cięgnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowej. • Przekładnie cierne bezpośrednie. Charakterystyka, projektowanie. • Komputerowe wspomaganie

projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach zakładkowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywotność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatych i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium - temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe kół zębatych i przekładni zębatych. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgło mechaniczne synchroniczne lub asynchroniczne, przenoszące określoną moc P [kW], i eksploatowane w określonych warunkach pracy. Wykonać niezbędne obliczenia kinematyczne i wytrzymałościowe, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować dwustopniową przekładnię mechaniczną pasowo-zębatą. Dobrać silnik, schemat montażu zespołu napędowego. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe przekładni pasowej z pasami klinowymi, oraz współpracujących par kół zębatych. Dobrać łożyska toczne lub ślizgowe. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałom. Sporządzić rysunek złożeniowego oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.

Podstawy mechatroniki	K_W04, K_W06, K_U01, K_U06, K_U09

• Istota mechatroniki, definicje, określenia, cechy wyróżniające urządzenia i systemy mechatroniczne, specyfika projektowania i realizacji urządzeń mechatronicznych • Główne komponenty urządzeń i systemów mechatronicznych, synergia rozwiązań mechatronicznych • Zasady innowacyjnego projektowania systemów mechatronicznych z wykorzystaniem wspomagania komputerowego • Zasdnicze podzespoły mechaniczne w urządzeniach machatronicznych • Podstawowe człony wykonawcze i sterujące pneumatyczne w urządzeniach mechatronicznych • Struktura i zasady sterowania podzespołów hydraulicznych w urządzeniach mechatronicznych • Wykonawcze człony elektryczne i zasada ich sterowania w zintegrowanej strukturze urządzeń mechatronicznych • Elektroniczna technika cyfrowa, mikroprocesory w systemach mechatronicznych • Zasady wykorzystania sterowników PLC w projektowaniu i eksploatacji systemów mechatronicznych • Podstawy techniki automatycznej regulacji w zastosowaniach mechatronicznych • Oprzyrządowanie pomiarowe wykorzystywane w systemach mechatronicznych • Interfejs, sieci komunikacyjne w systemach

mechatronicnych • Wybrane przykłady urządzeń mechatronicznych. • Wprowadzenie do zajęć , ogólna charakterystyka urządzeń mechatronicznych, które będą wykorzystywane w ćwiczeniach laboratoryjnych. • Rozwiązania mechatroniczne w mobilnym robocie Mobot-Explorer A1 • Budowa, działanie 3-kołowego robota mobilnego AmigoBot. • Rozwiązania mechatroniczne w robortach przemysłowych IRb-140 i IRb-160 f-my ABB. • Budowa obrabiarek sterowanych numerycznie, rozwiazania mechatroniczne w obrabiarce. • Rozwiązania mechatroniczne w pojazdach samochodowych. • Prezentacja samodzielnie opracowanych informacji techicznych, dotyczących rozwiązań mechatronicznych w wybranych urządzeniach elektromechanicznych.	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
• Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych. sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. Uwzględnianie różnych wariantów obciążenia struktur. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES.	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
• Projektowanie inżynierskie. Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę. Proces produkcyjny i proces technologiczny. Typy i formy produkcji. Normowanie czasu w procesach technologicznych. Zasady ustalania części do obróbki. Dokładność obróbki części maszyn. Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego •	

Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi	
Pompy ciepła	K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01
• Wymagania komfortu cieplnego. Mikroklimat pomieszczenia – parametry. Temperatury obliczeniowe wewnętrzne i zewnętrzne. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Straty ciepła przez przenikanie i na wentylację. Zasady obliczeń zapotrzebowania ciepła dla potrzeb ogrzewania. Klasyfikacja i charakterystyka systemów ogrzewania. Ogrzewanie miejscowe i ogrzewanie centralne, kryteria podziału instalacji centralnego ogrzewania. Wybór systemu, układu, parametrów obliczeniowych. Elementy instalacji c.o. Klasyfikacja, charakterystyka i kryteria doboru grzejników. Graficzne obrazowanie instalacji c.o. Układy wodnych instalacji c.o. - grawitacyjne z zasilaniem dolnym i górnym, dwururowe z obiegiem wymuszonym z zasilaniem dolnym i górnym. Obliczenia hydrauliczne instalacji c.o. Regulacja hydrauliczna instalacji, montażowa i eksploatacyjna. Klasyfikacja i charakterystyka źródeł ciepła. Przegląd typów kotłów dla kotłowni wbudowanych. Dobór typu, ilości i wielkości kotłów. Charakterystyka materiałów przewodowych stosowanych w instalacjach c.o. - stalowe, miedziane, z tworzyw sztucznych. Charakterystyka pomp stosowanych w instalacjach c.o. Dobór i regulacja pomp. Zabezpieczenia instalacji c.o. systemu otwartego i zamkniętego. Armatura - zawory grzejnikowe odcinające i termostatyczne, zawory odcinające proste i kątowe, zawory dwudrogowe, zawory zwrotne, zawory bezpieczeństwa, odpowietrzenie instalacji c.o. Ogrzewanie podłogowe. Wymagania i zasady projektowania kotłowni wbudowanych. Układy odprowadzania spalin. Projektowanie przewodów kominowych i wentylacyjnych kotłowni. Zużycie i magazynowanie paliwa. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót instalacyjnych. Próby ciśnieniowe, odbiory instalacji c.o. Komputerowe wspomaganie projektowania instalacji c.o. Jakość wody do celów ciepłowniczych. Wentylacja naturalna: grawitacyjna, wietrzenie. Mikroklimat pomieszczenia. Wykres Molliera i jego wykorzystanie w wentylacji i klimatyzacji. Wentylatory, filtry, nagrzewnice, centrale wentylacyjne. Odzysk ciepła w wentylacji i klimatyzacji. Podstawowe typy regeneracji i rekuperacji ciepła w wentylacji. Wymiennik ciepła typy i konstrukcja. Rury cieplne. Sprężarkowe i absorpcyjne systemy w klimatyzacji. Ekonomizery. Niekonwencjonalne systemy regeneracji ciepła. Gruntowe wymienniki ciepła. • Wykonać projekt instalacji centralnego ogrzewania wodnego z wymuszonym obiegiem wody dla budynku, którego podkład budowlany stanowi załącznik do tematu. Zadania do wykonania obejmują: opracowanie założeń odnośnie zapotrzebowania energetycznego i schematu technologicznego instalacji, obliczenia energetyczne instalacji - wymiarowanie urządzeń generujących i magazynujących ciepło, opracowanie schematu technologicznego instalacji, obliczenia hydrauliczne instalacji, dobór osprzętu, opracowanie wykazu materiałowego instalacji, obliczenia podstawowych parametrów ekonomicznych inwestycji - NPV, SPB, IRR, prezentacja wyników projektu.	
Praca dyplomowa	K_W03, K_W05, K_W11, K_W14, K_U01, K_U05, K_U09, K_K01, K_K06
• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego.	

Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.	
Praktyka zawodowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Realizacja zadań przydzielonych w ramach praktyki. Zapoznanie studenta z zagadnieniami praktycznymi zgodnie z profilem działalności przedsiębiorstwa. Zapoznanie studenta z procesami i urządzeniami stosowanymi w przemyśle. Poznanie specyfiki pracy na różnych stanowiskach, w różnych branżach merytorycznie związanych z mechaniką i budową maszyn. Konfrontacja wiedzy teoretycznej zdobytej na uczelni z rzeczywistością i wykształcenie umiejętności praktycznego jej zastosowania. Poznanie własnych możliwości na rynku pracy. Doskonalenie umiejętności właściwej organizacji pracy, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania. Nawiązanie kontaktów zawodowych.	
Produkcja odchudzona	K_W05, K_W12, K_U09, K_U19, K_K04
• Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją • Lean Manufacturing – szczupłe (odchudzone) wytwarzanie • Mapowanie strumienia wartości • Tworzenie ciągłego i płynnego procesu przepływu • Od myślenia do działania – jak osiągnąć stan przyszły • Narzędzia warunkujące wprowadzenie systemu - "5S ", "TPM" i "SMED" • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu obecnego • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu przyszłego • Wykreślenie kompletnej mapy strumienia wartości stanu przyszłego	
Proekologiczne systemy diagnostyczne pojazdów	K_W05, K_W10, K_W11, K_U07, K_U08, K_U10, K_U19, K_K01, K_K03
• Zasady bezpieczeństwa podczas obsługi proekologicznych systemów diagnostycznych pojazdów. • Opis budowy pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Opis działania pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Napęd elektryczny pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Pokładowa sieć elektryczna pojazdu wyposażonego w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Aparatura i urządzenia stosowane w obsłudze i eksploatacji pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Opis obsługi pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Eksploatacja pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Stosowanie zasad bezpieczeństwa podczas obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia. • Odłączanie układu wysokiego napięcia w pojazdach wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Pomiar rezystancji izolacji, pomiar wyrównywania potencjałów oraz wykonywanie czynności obsługowych dotyczących elementów układu wysokiego napięcia na przykładzie wymiany baterii. • Ładowanie i rozładowywanie oraz testowanie baterii wysokonapięciowych. • Przechowywanie i przewożenie baterii wysokonapięciowych. • Obsługa klimatyzacji w pojazdach zasilanych wysokim napięciem. • Procedury dotyczące mycia silnika, prac lakierniczych, holowania i wycofania z eksploatacji pojazdów zasilanych wysokim napięciem. • Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.	
Programowanie maszyn CNC 1	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
• Komputerowe sterownie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Metody programowania obrabiarek CNC. Struktura programu sterującego. •	

Programowanie na bazie kodu ISO. Deklaracja sposobu wymiarowania. Programowanie funkcji wykonania ruchu. Programowanie obróbki gwintów. Programowanie transformacji układów współrzędnych. Programowanie funkcji związanych z narzędziem i jego wymiarami. Funkcje technologiczne. Podprogramy • Programowanie cykli obróbkowych. Cykle obróbki tokarskiej. Cykle obróbki frezarskiej. Cykle obróbki wiertarskiej. Programowanie parametryczne. • Programowanie automatyczne CAD/CAM. Tworzenie ścieżek narzędzi. Symulacja danych pośrednich. Generowanie programów sterujących. Przykłady programowania automatycznego. Optymalizacja programów sterujących. • Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla tokarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Zapis składników bloków danych. Zapis funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Wprowadzanie parametrów technologicznych. • Przykłady programowania interpolacji liniowej (współrzędne prostokątne i biegunowe). • Przykłady różnych sposobów programowania interpolacji kołowej. • Stosowanie korekcji toru ruchu narzędzi. Przykłady elementów programowania parametrycznego. • Programowanie zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych oraz zabiegów wiercenia osiowego i gwintowania. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów toczenia rowków, podcięć i gwintów. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC. • Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla frezarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Przykłady programów obróbki na tokarkę CNC. Przykład obróbki wałka. Przykład obróbki tulei. • Programowanie zabiegów wiercenia, gwintowania, frezowania płaszczyzn i rowków na frezarkach CNC. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC.	
Programowanie maszyn CNC 2	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
• Wprowadzenie do programowania elastycznego układów sterowania maszyn CNC. • Programowanie złożonych operacji tokarskich na obrabiarkach CNC z osią C i narzędziami napędzanymi. • Programowanie złożonych operacji tokarskich na wieloosiowych obrabiarkach CNC z wykorzystaniem transformacji. • Programowanie złożonych operacji frezarskich na obrabiarkach CNC wyposażonych w dodatkowe 2 osie obrotowe. • Programowanie złożonych operacji frezarskich na wieloosiowych obrabiarkach CNC z wykorzystaniem transformacji. • Zaliczenie z programowania złożonych operacji tokarskich i frezarskich – sprawdzian praktyczny.	
Programowanie robotów przemysłowych	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
• Podstawowe informacje o metodach programowania robotów przemysłowych, producentach dedykowanego oprogramowania, firmach produkujących roboty przemysłowe. • Metodyka programowania robotów przemysłowych. Zalety i wady robotyzacji. Przegląd i omówienie elementów zrobotyzowanych stanowisk odlewniczych. • Przegląd narzędzi wspomagających programowanie robotów przemysłowych. Dedykowane instrukcje języków programowania stosowane w odlewaniu. Sensory stosowane w zrobotyzowanych stanowiskach odlewniczych - układy korekcji ścieżki. •	

Układy bezpieczeństwa w zrobotyzowanych stanowiskach przemysłowych. Przegląd zaawansowanych stacji zrobotyzowanych. • Przykłady narzędzi programowania robotów przemysłowych. Zapoznanie z podstawami obsługi narzędzi programowania robotów. • Budowa stacji zrobotyzowanych z wykorzystaniem narzędzi programowanie off-line. • Programowanie off-line orientacji robotów, definiowanie układów współrzędnych. Programowanie ścieżek robotów z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Programowanie prędkości, przyśpieszeń i obciążeń robota przemysłowego z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Budowa zaawansowanych stanowisk odlewniczych.	
Programowanie robotów spawalniczych	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
• Podstawowe informacje o metodach programowania robotów spawalniczych, producentach dedykowanego oprogramowania, firmach produkujących roboty spawalnicze. Przykłady wyposażenia cel spawalniczych. • Metodyka programowania spawalniczych. Zalety i wady robotyzacji spawania. Przegląd i omówienie elementów zrobotyzowanych stacji spawalniczych. • Przegląd narzędzi wspomagających programowanie robotów spawalniczych. Dedykowane instrukcje języków programowania stosowane w spawaniu. Sensory stosowane w zrobotyzowanych stacjach spawalniczych - układy korekcji ścieżki. • Układy bezpieczeństwa w zrobotyzowanych stacjach spawalniczych. Przegląd zaawansowanych stacji zrobotyzowanych. • Przykłady narzędzi programowania robotów spawalniczych. Zapoznanie z podstawami obsługi narzędzi programowania robotów. • Budowa stacji zrobotyzowanych z wykorzystaniem narzędzi programowanie off-line. • Programowanie off-line orientacji robotów, budowa narzędzi spawalniczych, definiowanie układów współrzędnych. Programowanie ścieżek robotów z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Programowanie prędkości, przyśpieszeń i obciążeń robota spawalniczego z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Budowa zaawansowanych stacji spawalniczych.	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W03, K_W07, K_W09, K_U07, K_U10, K_U15, K_K01
• Charakterystyka połączeń spawanych: geometria spoin, ograniczenia geometryczne i konstrukcyjne, zasady konstruowania połączen spawanych • Materiały stosowane na konstrukcje stalowe i ich właściwości mechaniczne, właściwości mechaniczne spoin • Naprężenia spawalnicze: mechanizm powstawania naprężeń, rozkłady naprężeń własnych, odprężanie konstrukcji spawanych • Projektowanie konstrukcji spawanych przy obciążeniach statycznych: rodzaje złączy spawanych, wymiary spoin, zasady doboru naprężeń dopuszczalnych • Obliczenia spoin przy obciążeniach zmiennych: metody obliczeń, obliczenia wg zaleceń Unii Europejskiej	
Projektowanie napędów mechanicznych	K_W03, K_W06, K_U02, K_U07, K_U17, K_K03
• Podstawy zarządzania projektami • Przekładnie stożkowe. Rodzaje, metody wytwarzania, geometria i kinematyka. Podstawy obliczeń wytrzymałościowych. • Przekładnie planetarne klasyfikacja, stopień swobody przełożenie, sprawność, kinematyka, zasady, ograniczenia, moc krążaca, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Obliczenia wytrzymałościowe. • Egzamin • Określenie celów i zakresu projektu. Przyjęcie struktury organizacyjnej zespołu. Harmonogram zadań projektowych • Projekt napędu złożonego z przekładni walcowej, stozkowej i obiegowej np. przekladni głównej napedu śmigłowca. Model napędu, obliczenia wytrzymałościowe, model 3D zespołu dokumentacja konstrukcyjna. • Prezentacja projektu	

Projektowanie przekładni	K_W03, K_W06, K_U07, K_U17
• KISSsoft: interfejs i podstawy obsługi programu. Analiza wpływu parametrów koła zębatego na geometrię uzębienia. • Analiza wytrzymałości pary kół zębatych walcowych wg ISO 6336 • Projektowanie pary kół walcowych dla zadanych warunków • Analiza wału podpartego na łożyskach tocznych • Projektowanie wałów i łożysk tocznych • TCA. Dobór modyfikacji profilu i linii zęba z uwzględnieniem odkształceń wałów i łożysk oraz odchyłek wykonawczych i montażowych • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Przekładnie pasowe i łańcuchowe • Przekładnie wichrowate i ślimakowe • Projekt 2 - Przekładnia ślimakowa • Projekt 2 - Przekładnia ślimakowa • Projekt 2 - Przekładnia ślimakowa	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
• - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. - Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnienie; wiadomości ogólne, ciągnienie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczynia w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczanie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłocznika i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczynia cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. - Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji;	

wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących.	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pvT, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem,obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie	
Przygotowanie i organizacja produkcji	K_W05, K_W12, K_W20, K_U02, K_U04, K_U10, K_U18, K_K01, K_K04
• 1. Wprowadzenie do przedmiotu – Przygotowanie i Organizacja Produkcji. Definicje pojęcia, istota i cel przedmiotu : Przedsiębiorstwo – formy organizacyjne, zarządzanie przedsiębiorstwem, zarządzanie produkcją - cele i zadania jakość, niezawodność, konkurencyjność • System produkcyjny i jego charakterystyka. Definicja systemu. Struktura systemu produkcyjnego i wytwórczego Otoczenie systemu produkcyjnego. Proces produkcyjny jego cechy i elementy składowe. Proces wytwórczy – proces technologiczny, technologia grup GT. Struktura procesu produkcyjnego i wytwórczego. Typy formy i odmiany organizacji produkcji. Produktywność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktywności. Metody oceny produktywności. • Przygotowanie produkcji. procesy i strategie projektowania produkcji. Produkt. - projektowanie wyrobu. Podstawowe funkcje, techniki wartościowania. Łańcuch wytwarzania produktu • Proces przygotowania produkcji (projektowanie wyrobu, projektowanie i wybór procesu technologicznego,), proces wytwarzania, proces dystrybucji. Charakterystyka elementów składowych podstawowego procesu wytwarzania. Klasyfikacja i charakterystyka przemysłowych procesów wytwarzania. Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. Metody skracania cyklu wytwarzania (przebieg szeregowy, szeregowo-równoległy, równoległy asynchroniczny, równoległy synchroniczny). Zarządzanie zapasami. Zapasy produkcji w toku. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej.	

Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska roboczego i modułu produkcyjnego. Struktury produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Projektowanie systemów produkcyjnych. Wybór wyposażenia i obsługa eksploatacyjna. • Wybrane zagadnienia z planowania i programowania przygotowania i uruchomienia produkcji. Projektowanie procesów w systemie produkcyjnym. Programowanie sieciowe – metoda CPM jako metoda przegotowania i uruchomienia produkcji . • Współczesne metody i systemy zarządzania produkcją i usługami. Logistyczne zarządzanie produkcją (systemy MRP/ERP – komputerowe wspomaganie zarządzania produkcją i usługami, JIT - strategia produkcji „Dokładnie na czas", OPT - zarządzanie wąskimi gardłami). Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy. Odchudzone wytwarzanie (Lean Manufacturing). Założenia koncepcji Lean Manufacturing. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej. Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska roboczego i modułu produkcyjnego. Narzędzia doskonalące organizację stanowiska roboczego: metoda 5S – zarządzanie przestrzenią roboczą, kompleksowe utrzymanie maszyn – TPM, metoda SMED Skracanie czasu przezbrajania maszyn Analiza struktury procesu wytwarza produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej.Opracowanie struktury produkcyjne Projektowanie systemów produkcyjnej - LAYO.UT wydziału produkcyjnego. • .Projektowanie - Celem zajęć jest przygotowanie studentów do samodzielnego i poprawnego wykonania projektu. Projekt obejmuje opracowanie harmonogramu uruchomienia produkcji wyrobu (na podstawie zestawienia rysunku wyrobu), wykorzystując metodę programowania sieciowego CPM wyznaczyć ścieżkę krytyczną i wykreślić wykres Gantta, 1. Omówienie struktury zajęć, literatury oraz omówienie i przydział indywidualnych założeń projektu stanowiącego przedmiot opracowywanych przez studentów projektów 2. Analiza modelowych założeń projektu, procedury analizy konstrukcyjno – technologicznej wyrobu ,określenie zakresu prac projektowych, procesu produkcji podstawowych części wyrobu „stopnia trudności", dobór wskaźników wyceny pracochłonności wykonania dokumentacji konstrukcyjno- technologicznej wyrobu, oprzyrządowania, oraz wykonania serii informacyjnej wyrobu. 3. Opracowanie uproszczonego – ramowego procesu technologicznego podstawowych części wyrobu i wycena procesu wytworzenia. 4. Opracowanie harmonogramu TPP. Programowanie sieciowe CPM, wyznaczenie ścieżki krytycznej, wykres Gantta, rozwiązanie przykładu którego przedmiotem jest program u • Laboratorium: Celem zajęć jest praktyczne uruchomienie produkcji wybranej części „wałka", „tarczy", „tulei", „korpusu" w warunkach produkcji małoseryjnej. przy .wykorzystaniu uniwersalnego parku maszynowego. oraz produkcji wybranej części „wałka" w warunkach produkcji seryjnej - masowej 1. Zajęcia wprowadzające. Omówienie charakteru i celu zajęć. Instruktaż BHP przydzielenie indywidualnych założeń – rysunków konstrukcyjnych części do wykonania Laboratorium nr.1 2. Analiza struktury procesu produkcyjnego wałka uruchomianego w warunkach produkcji małoseryjnej. (chronometraż czasu wykonania wałka, opracowanie uproszczonego procesu technologicznego przydzielonej części). 3. Analiza struktury procesu produkcyjnego wałka w warunkach produkcji seryjnej i masowej organizacja stanowisk roboczych, 4. Badanie i mierzenie pracy – analityczna norma czasu prac obliczanie technicznie uzasadnionej normy czasu pracy - obliczenie norm czasu pracy dla operacji opracowanego procesu technologicznego w Laboratorium nr1. 5. Doskonalenie stanowiska pracy – metoda „5S", przygotowanie przydzielonego

stanowiska pracy (tokarskie, frezarskie, szlifierskie itp.) wykorzystując narzędzia metody „5S”	
Seminarium dyplomowe (INPS)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Kryteria doboru i wykorzystania materiału źródłowego. Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. • Współczesne metody i procedury diagnozowania pojazdów i silników samochodowych. Diagnostyka pokładowa OBD w pojazdach samochodowych. Telematyka w eksploatacji pojazdów samochodowych. Proekologiczne rozwiązania w pojazdach samochodowych.	
Seminarium dyplomowe (IO)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Omówienie zasad obowiązujących przy pisaniu pracy dyplomowej • Prezentacja prac dyplomowych, omówienie wyników, dyskusja	
Seminarium dyplomowe (IOŹE)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• 1. Omówienie tematów prac inżynierskich 2. Referaty związane ze specjalnością - odnawialne źródła energii - przygotowane przez studentów na podstawie anglojęzycznych publikacji. 3. Krótka prezentacja swoich tematów prac inzynierskich	
Seminarium dyplomowe (IPS)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie pojazdów. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie silników spalinowych.	
Seminarium dyplomowe (IS)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Omówienie zasad obowiązujących przy pisaniu pracy dyplomowej • Prezentacja prac dyplomowych, omówienie wyników, dyskusja	
Seminarium dyplomowe (KWW)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka • Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym • Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe • Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie • Projektowanie planu pracy dyplomowej • Analiza opracowań studentów, dyskusja	
Seminarium dyplomowe (NM)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Temat pracy dyplomowej, rodzaj pracy, promotor. • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowe. • Struktura treści i podział rozdziałów w zalezności od rodzaju pracy (teoretyczna, technologiczna, konstrukcyjna, badawczo-doświadczalna). • Pierwsze referowanie pracy. Temat, cel i zakres pracy, harmonogram realizacji pracy, spodziewane wyniki. • Metodyka badań komputerowych i stanowiskowych. • Drugie referowanie pracy. Temat (usciślenie lub jego zmaina), cel i zakres pracy. Omówienie uzyskanych wyników, sformułowania wniosków. • Dyskusja studentów i prowadzącego seminarium z	

referentem, dotycząca sposobu referowania i treści pracy. • Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. Sposób referowania pracy w czasie obrony. prezentacja pracy i uzyskanych wyników. Prezentacja wizualna tego, co zrobiono jak również osiągniętych wyników. • Podsumowanie tematyki i zajęć seminaryjnych. Inne spostrzeżenia i zalecenia dotyczące obrony. Zaliczenie seminarium dyplomowego.	
Seminarium dyplomowe (PiAO)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie maszyn technologicznych. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie napędów i sterowań maszyn technologicznych.	
Seminarium dyplomowe (PTiKP)	K_U07, K_U09, K_K04
• Wprowadzenie do przedmiotu • Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka • Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym • Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe • Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie • Projektowanie planu pracy dyplomowej • Analiza opracowań studentów, prezentacje postępu w przygotowywaniu prac inżynierskich, dyskusja	
Silniki pojazdów samochodowych	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
• Rodzaje silników samochodowych. Obiegi termodynamiczne silników spalinowych. Wskaźniki pracy. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Proces spalania w silniku o ZW. Proces spalania w silniku o ZS. Doładowanie silnika. Mechanika układu korbowego. Systemy spalania. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Układ smarowania. Układ chłodzenia. Układ zasilania. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych oraz stanowiskowe szkolenie BHP. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Ocena procesu spalania w silniku na podstawie wykresu indykatorowego. Pomiar sprawności mechanicznej silnika. Pomiar stopnia napełniania cylindrów silnika. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika. Wyznaczanie charakterystyki mocy częściowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika o ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Wyznaczanie charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku) silnika. Wyznaczanie charakterystyki składu mieszanki silnika z ZI. Bilans cieplny silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Układy sterowania silnikiem. Układ dolotowy. Doładowanie silnika. Zaliczenie projektu.	
Siłownie wiatrowe i wodne	K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_U15, K_U17, K_K01, K_K03
• 1. Budowa atmosfery, statyka atmosfery, globalna cyrkulacja atmosferyczna, procesy fizykochemiczne w atmosferze, zmiany klimatyczne. 2. Charakterystyki przepływowe i energetyczne wiatru. Wiatr jako zjawisko fizyczne. źródła powstawania wiatru. Podstawowe charakterystyki wiatru. Rozkłady prędkości wiatru w funkcji wysokości nad powierzchnią gruntu oraz szorstkości terenu. Rozkład gęstości mocy strumienia	

powietrza w funkcji wysokości. Porywy wiatru, turbulencja atmosferyczna. Średnioroczna prędkość wiatru i jej rozkład. Rozkład Weibula i Rayleigh'a. Średnioroczny potencjał energetyczny wiatru. • Układy konstrukcyjne turbin wiatrowych: o osi poziomej, i pionowej: Savoniusa i Darriusa. Turbiny otwarte i z otunelowaniem typu "wind-lens" Energetyczna wydajność elektrowni wiatrowej w funkcji prędkości średniorocznej wiatru i wysokości osi wirnika. Przybliżona ocena zasobów energii wiatru w Polsce oraz jej zmiany sezonowe. Wpływ parametrów atmosferycznych powietrza na wydajność energetyczną EW. Czynniki wpływające na możliwości wykorzystania energii wiatru. Pomiar podstawowych parametrów wiatru dla potrzeb energetyki wiatrowej. 4. Podstawowe parametry i charakterystyki turbin wiatrowych o osi poziomej i pionowej. Przegląd dotychczasowych konstrukcji. Stosowane rozwiązania podstawowych zespołów. Eksperymentalne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Zarys teorii podobieństwa w badaniach modelowych. Tunele aerodynamiczne. Metody pomiaru prędkości z uwzględnieniem analizy dokładności pomiaru. Pomiary Badania modelowe turbiny wiatrowej . 6. Teoretyczne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Przepływy potencjalne. Zarys teorii profilu. Charakterystyki profili lotniczych, siła nośna i oporu opływu. Warstwa przyścienna. Teoria strumieniowa turbiny wiatrowej. Granica Betza. Dyskusja nad twierdzeniem Betza. Modyfikowana metoda Witoszyńskiego dla turbiny z osią poziomą. Metoda Wilsona dla turbiny o pionowej osi obrotu. • Generatory energii elektrycznej stosowane w energetyce wiatrowej, układy regulacji, pomiary, akumulacja energii elektrycznej. • 8. Projektowanie elektrowni wiatrowych: Adaptacja metody Larrabe'go do określenia podstawowych parametrów geometrycznych turbiny. Turbina o minimalnych stratach indukowanych. Liczba łopat, geometria i konstrukcja łopat turbiny. Wybór rozkładu współczynnika siły nośnej wzdłuż promienia łopaty. Ograniczenia geometryczne, aerodynamiczne i aeroakustyczne nakładane dla konstrukcji wirnika. Obciążenia łopat i wieży nośnej. Obliczenia rozkładu ciśnienia na profilu łopaty. Porównanie obliczeń z danymi doświadczalnymi. Farmy wiatrowe: interferencja turbin w farmie. Meandrowanie śladu aerodynamicznego. • Zjawiska towarzyszące pracy elektrowni wodnych. Przepływy w kanałach otwartych: profil prędkości w kanale otwartym. Przelewy miernicze. Jednowymiarowy model ruchu równomiernego w kanale otwartym. Równanie Bernoulliego dla kanałów otwartych. Spadek niwelacyjny i hydrauliczny koryta. Promień hydrauliczny. Ruch podkrytyczny (spokojny) i nadkrytyczny (rwący). Głębokość krytyczna. Wydatek krytyczny. Krytyczna liczba Froude'a. Zjawisko odskoku hydraulicznego Bidone'a i jego zastosowania: (walka z erozją dna) Przepływy zewnętrzne i opływ łopat Uderzenie hydrauliczne w rurociągu: uderzenie prost i nieproste, wzór Żukowskiego. Kawitacja i pseudokawitacja: warunki powstawania, liczba kawitacyjna. kawitacja lokalna i superkawitacja wir z jądrem kawitacyjnym; szum kawitacyjny, mechanizm erozji kawitacyjnej. • Elektrownie wodne: Typologia turbin wodnych, turbiny śmigłowe, Kaplana, Francisa, Deriaza, Banki-Michella-Stellera, Peltona, Gilkesa. Moc i wyróżnik szybkobieżności. Zakresy stosowalności poszczególnych rozwiązań. Sprawność turbiny wodnej. Równanie Eulera dla turbiny wodnej. Rury ssawne.Typy elektrowni wodnych: przyzaporowe, z derywacją kanałową i derywacją rurociągową, przepływowe. Elementy konstrukcyjne elektrowni. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Obiczenia geometrii turbiny Kaplana. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym w rurociągu ciśnieniowym. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym. Prognozowanie powstawania kawitacji na profilu łopaty turbiny Kaplana

Spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. • Wiadomości wstępne, zapoznanie ze stanowiskami laboratoryjnymi. Spawanie gazowe • Spawanie metodą MMA • Spawanie metodą TIG • Analityczne metody oceny spawalności stali • Badania geometrii złączy spawanych	
Specyfikacja geometrii wyrobu i pomiary	K_W08, K_U08, K_U13
• Znaczenie kontroli w procesie wytwarzania. Podział i struktura norm GPS. Tolerancje 3D. Funkcjonalny, technologiczny, metrologiczny wybór i interpretacja tolerancji geometrycznych. Różnice między normą ISO a innymi normami. Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. Obsługa współrzędnościowej maszyny pomiarowej Klingelnberg P40. • Tolerancje wymiarowe i geometryczne części maszyn i elementów układu napędowego. • Klasy dokładności kół zębatych. Parametry pomiarowe kół zębatych walcowych, stożkowych, ślimakowych. Metodyka pomiarów. Pomiar kół zębatych metodami klasycznymi. Przygotowanie programu do pomiaru kół zębatych i wałków na współrzędnościowej maszynie pomiarowej P40. Pomiary współrzędnościowe elementów obrotowych (otoczek kół zębatych, tulei, wałków). Pomiary współrzędnościowe kół zębatych walcowych o zębach prostych (uzębienie zewnętrzne, wewnętrzne) i śrubowych, kół stożkowych (zębnik i koło talerzowe), ślimaków.	
Stopy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
• Odlewnicze stopy żelaza. Odlewnicze stopy aluminium. Odlewnicze stopy magnezu. • Odlewnicze stopy miedzi. Odlewnicze stopy tytanu. • Odlewnicze stopy niklu. Odlewnicze stopy żarowytrzymałe i żaroodporne – stopy kobaltu i niklu. • Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne stopów odlewniczych. • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczne stopów odlewniczych. • Badania mikrostrukturalne żeliwa. • Badania mikrostrukturalne staliwa. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów niklu. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów kobaltu. • Mikrostruktura odlewów ze stopów aluminium.	
Systemy CAM (KWW)	K_W05, K_W14, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
• Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomagania wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasady przygotowania technologii obróbki części z wykorzystaniem systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych w zakresie toczenia wiercenia i frezowania. Postprocesory w systemach CAM • Podstawy systemu komputerowego wspomagania wytwarzania. Obsługa systemu. Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie toczenia 2-osiowego. Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału	

półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. Generowania i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Możliwości systemów CAM w zakresie adaptacji danych pośrednich dla różnych obrabiarek. Projekt z zakresu programowania toczenia 2-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. Programowanie frezowania. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC.	
Systemy CAM (NM)	K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
• Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomagania wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasady przygotowania technologii obróbki części z wykorzystaniem systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych w zakresie toczenia wiercenia i frezowania. Postprocesory w systemach CAM • Podstawy systemu komputerowego wspomagania wytwarzania. Obsługa systemu. Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie toczenia 2-osiowego. Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. Generowania i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Możliwości systemów CAM w zakresie adaptacji danych pośrednich dla różnych obrabiarek. Projekt z zakresu programowania toczenia 2-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. Programowanie frezowania. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC.	
Systemy CAM (PiAO)	K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03

• Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAD. Podstawy modelowania geometrii części walcowych i pryzmatycznych. • Zaznajomienie z podstawowymi operacjami modelowania CAD w tym: modelowanie bryłowe, pochylenia, szyki, algebra Boole'a, modelowanie poprzez szkice. • Zaznajomienie z podstawowymi analizami obrabianej części pod względem zaokrągleń, pochyleń, maksymalnego wysięgu narzędzia. Zastosowanie modułu CAD na potrzeby moduły CAM - modyfikacje części obrabianych i tworzenie półfabrykatów. • Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAM. Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiercenia, toczenia zgrubnego i wykończeniowego powierzchni wewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia rowków i podcięć. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia gwintów oraz operacji tokarskich w dwóch zamocowaniach. Analiza symulacji orbóbki wolumetrycznej. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania płaszczyzn i czopów elementów pryzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania kieszeni i rowków elementów pryzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiertarskich wykonywanych na frezarkach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: podstawy obróbki frezarskiej w kilku zamocowaniach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Wprowadzenie do systemów CAM. Charakterystyka etapów automatycznego programowania obrabiarek sterowanych numerycznie. Przegląd możliwości wybranego oprogramowania komputerowego wspomagania wytwarzania. Automatyczne programowanie obrabiarek CNC w łańcuchu procesu CAM/PP/CNC. Miejsce systemów CAM w procesach obróbki ubytkowej. Przegląd systemów CAM. Związki pomiędzy parametrami CAM a funkcjami wykonawczymi kodu G. Zasady przygotowania technologii obróbki części z wykorzystaniem systemów CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych w zakresie toczenia wiercenia i frezowania. Postprocesory w systemach CAM.	
Systemy CAx w projektowaniu układów funkcjonalnych pojazdów	K_W05, K_W06, K_U04, K_U06, K_U10, K_K03
• Historia i podstawy matematyczne oprogramowania CAD. Matematyczny opis obiektów geometrycznych. Wykorzystanie oprogramowania CAD w aspekcie problemów inżynierskich. Parametryczność, asocjatywność w programach CAD. • Oprogramowanie GOM Inspect w procesie obróbki i wykorzystania skanów 3D w budowie maszyn; analiza dokładności wymiarowej i kształtowej części. Addytywne technologie wytwarzania - klasyfikacja i charakterystyka. • CATIA V5 - interfejs, bloki modułów Mechanical Design	

(moduły Part Design, Assembly Design, Sketcher, Drafting), Shape (moduł Generative Shape Design) Digital Mockup (moduł DMU Kinematics), moduł Ergonomics Design & Analysis. Paski narzędzi i ich dostosowywanie. Zarządzanie plikami. • Modelowanie powierzchniowe; moduły i narzędzia specjalizowane. Generative Shape Design (paski narzędzi: Wireframe, Surfaces, Operations). Tworzenie powierzchni za pomocą poleceń Extrude, Revolve. Narzędzia i sposoby definiowania powierzchni z użyciem polecenia Sweep, Multi-Sections Surface. • Wprowadzenie do środowiska oprogramowania CATIA V5. Moduły i funkcje. • Posługiwanie się szkicownikiem. • Podstawy modelowania 3D; modelowanie bryłowe. Parametryzacja modeli. • Analiza kinematyczna mechanizmów z wykorzystaniem modułu DMU Kinematics w programie CATIA V5. • Inżynieria odwrotna w programach CAD. • Analiza wytrzymałościowa części z wykorzystaniem MES. • Druk 3D. • Podsumowanie zajęć. Wystawienie ocen końcowych.

Systemy fototermiczne i fotowoltaiczne	K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U02, K_U04, K_U08, K_U12, K_U13, K_U15, K_U17, K_U18, K_K01, K_K03

• Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniana, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów oraz ciał stałych i cieczy. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpław na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone. • Energia słoneczna - właściwości: czas słoneczny - czas strefowy, równanie czasu, droga Słońca po nieboskłonie, deklinacja i kąt godzinny, geometria układu Słońce – absorber, wschód i zachód Słońca dla płaszczyzny pochylonej, wykres pozycji Słońca. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna i oceaniczna, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i

antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. • Zasoby energii słonecznej: zasoby energii słonecznej na świecie i w Europie, zasoby energii słonecznej w Polsce i na Podkarpaciu, sezonowa i terytorialna zmienność warunków solarnych, przebiegi dobowe nasłonecznienia i usłonecznienia, optymalizacja ustawienia kolektora w warunkach Podkarpacia, zmienność klimatyczna warunków solarnych, zasoby techniczne energii słonecznej, wpływ parametrów instalacji na zasoby techniczne. • Niskotemperaturowa konwersja fototermiczna: metody wykorzystania energii promieniowania słonecznego, konwersja fototermiczna - zasada działania, własności promieniste absorbera, pokrycia selektywne, pokrycia transparentne – działanie i rodzaje, izolacja termiczna absorberów, rodzaje i budowa kolektorów niskotemperaturowych. • Kolektory cieczowe: bilans energetyczny kolektora, współczynnik tarnsmisyjno-absorpcyjny, transmisja energii w układzie otoczenie-pokrycie-absorber, współczynnik tarnsmisyjno-absorpcyjny dla promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, współczynnik odprowadzenia ciepła, straty cieplne kolektora, sprawność kolektora, wpływ parametrów kolektora na sprawność, badania kolektorów. • Systemy kolektorów cieczowych: podstawowe elementy układów, rodzaje kolektorów, kolektory płaskie, kolektory próżniowe, ciecze robocze, przekazywanie i magazynowanie energii cieplnej, zbiorniki buforowe, zbiorniki warstwowe, systemy pasywne i aktywne, układy CWU, układy CWU/CO, układy wieloźródłowe i wieloodbiornikowe, współpraca kolektorów słonecznych z pompami ciepła i innymi źródłami ciepła. • Konwersja fotowoltaiczna: fizyka efektu fotowoltaicznego, budowa ogniw słonecznych, rodzaje ogniw fotowoltaicznych, materiały i sprawność ogniw, charakterystyki elektryczne i temperaturowe, zastosowanie koncentratorów, zastosowania ogniw fotowoltaicznych, wpływ zacienienia, hybryda kolektor słoneczny – ogniwo fotowoltaiczne, energetyka fotowoltaiczna prosumencka i zawodowa – stan aktualny i perspektywy. • Instalacje fotowoltaiczne: rodzaje systemów fotowoltaicznych, systemy autonomiczne – zastosowanie i elementy składowe, systemy grid connected – rodzaje i budowa, elektrownie fotowoltaiczne, szacowanie zapotrzebowania energetycznego, schematy technologiczne instalacji, współpraca elementów instalacji, obliczenia energetyczne instalacji, zabezpieczanie instalacji, wymiarowanie urządzeń generujących, przetwarzających i zabezpieczających, systemy mocowania, elementy pomocnicze układów, osprzęt instalacji. • Solarne systemy pasywne: istota działania, systemy pasywne w budownictwie, układy ogrzewania pasywnego, akumulacja ciepła w systemach pasywnych, izolacje transparentne, wentylacja i klimatyzacja solarna, suszarnie słoneczne – zasada działania i rodzaje, przebieg procesów suszarniczych, systemy destylacji wody. • Kolektory powietrzne: rodzaje i zasada działania, kolektory niskokosztowe - zastosowanie i budowa, kolektory sztywne, rodzaje i właściwości absorberów, instalacje kolektorów powietrznych. • Wysokotemperaturowa konwersja fototermiczna: koncentratory promieniowania słonecznego, koncentratory obrazowe i bezobrazowe, graniczny stopień koncentracji, rodzaje systemów, układy scentralizowane – zasada działania i rodzaje, układy zdecentralizowane – zasada działania i budowa, zagadnienia materiałowe i eksploatacyjne, silniki Stirlinga – zasada działania, rodzaje i budowa, energetyka heliotermiczna – stan aktualny i perspektywy, projekt „Desertec”, kuchnie słoneczne. • Stawy słoneczne: rodzaje, budowa i zasada działania, zastosowania. Kominy słoneczne: budowa i zasada działania, zastosowanie i właściwości energetyczne, instalacje istniejące i planowane.	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03

• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAx • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie szkicu) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak. • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego	
Systemy narzędziowe	K_W05, K_W07, K_W17, K_U09, K_U16, K_K03
• Wprowadzenie. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. • Klasyfikacja, budowa i rozwiązania konstrukcyjne narzędzi. Odmiany konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania. • Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Systemy narzędziowe dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki rozwoju narzędzi skrawających, rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. • Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Wpływ geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór łamacza wióra, materiału narzędziowego. • Wpływ sposobu geometrii narzędzi i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt	
Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	K_W05, K_W07, K_W09, K_W17, K_U01, K_U09, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
• Wprowadzenie do systemów narzędziowych. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających,parametry procesu roboczego, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. • Klasyfikacja narzędzi skrawających. Odmiany konstrukcyjne. Właściwości skrawne narzędzi. • Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru. Wpływ geometrii ostrza na obróbkę. • Systemy narzędziowe dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Systemy narzędziowe dla obróbki rowków - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Systemy mocowania narzędzi - rozwiązania konstrukcyjne, zalety i wady poszczególnych rozwiązań, systemy modułowe. • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki badań i rozwoju w zakresie narzędzi skrawających oraz rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. Narzędzia mechatronicze i wielozadaniowe • Uchwyty obróbkowe przedmiotowe - zasady ustalania i mocowania, podstawy projektowania, uchwyty składane. • Podstawy metodyki badań doświadczalnych w technologii maszyn. Optymalizacja doboru systemów narzędziowych oraz parametrów skrawania z wykorzystaniem badań doświadczalnych. • Systemy	

narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Mocowanie narzędzi skrawających. Konfiguracja systemu narzędziowego. Mocowanie w obrabiarce sterowanej numerycznie. Pomiary systemów narzędziowych bezpośrednio na obrabiarce i ustawiakach zewnętrznych. • Badania wpływu geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór łamacza wióra, materiału narzędziowego. • Badania wpływu geometrii narzędzia i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Badania doświadczane i analiza wyników w zakresie wpływu geometrii narzędzia i parametrów skrawania na obciążenie wrzeciona. Dobór narzędzi i parametrów skrawania ze względu na charakterystykę napędu głównego. • Projektowanie uchwytów specjalnych. Projektowanie uchwytów składanych • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego frezowania - projekt

Systemy sterowania silników	K_W06, K_U01, K_U06, K_U16, K_U17, K_U19, K_K01, K_K05

• Zarys rozwoju układów zapłonu i zasilania silników spalinowych. • Informacje na temat elementów elektronicznych stosowanych w sterownikach silników. • Pojęcie sterowania. Strategie sterowania silnikiem spalinowym. Fazy pracy silnika spalinowego i właściwe im procesy zachodzące w silniku. Sterowanie silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym w fazie rozruchu silnika. Proces nagrzewania silnika i sterowanie silnikiem w tym okresie pracy silnika. • Podstawy tworzenia mieszanki palnej w silniku o zapłonie iskrowym. Sterowanie procesem napełniania. Systemy o zmiennej geometrii układu dolotowego, sterowanie recyrkulacją spalin i doładowaniem. • Sterowanie rozrządem w systemach o zmiennych fazach rozrządu. Sterowanie zapłonem. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem pośrednim. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem bezpośrednim. • Tworzenie mieszanki i sterowanie procesem podawania paliwa w silnikach wysokoprężnych. Sterowanie silnikiem w fazie hamowania i układem pochłaniania par paliwa. • Sterowniki, układy wykonawcze w silnikach ZI i ZS i transmisja danych między układami elektronicznymi. • Procedury awaryjne sterowania silnikiem i układy OBD. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika indukcyjnego prędkości obrotowej. • Wyznaczanie charakterystyki czujników temperatury cieczy i powietrza. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia przepustnicy. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika ciśnienia bezwzględnego powietrza. • Wyznaczanie charakterystyki przepływomierza powietrza. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia pedału przyspieszenia. • Podsumowanie

Techniki czystego spalania i energia biomasy	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03

• Ogólne wiadomości o spalaniu. Fizyka spalania – podstawowe pojęcia. Rozprzestrzenianie się płomienia w mieszankach jednorodnych. Płomienie dyfuzyjne. • Kinetyka spalania. Szybkość reakcji chemicznych. Równowaga chemiczna. Stała równowagi chemicznej. • Utleniacze. Spalanie całkowite i zupełne. Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Współczynnik nadmiaru powietrza. Ilość i skład spalin. • Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw gazowych.

Stechiometryczna kontrola spalania. Obliczanie współczynnika nadmiaru powietrza na podstawie składu spalin. • Wartość opałowa. Ciepło spalania. Sposoby określania wartości opałowej i ciepła spalania dla różnych rodzajów paliw. Wzory użytkowe. Temperatura spalania. • Energetyczna kontrola spalania. Bilans energii urządzeń spalających. Bilans dla kotła parowego. • Instalacje przemysłowe do spalania paliw wykorzystywane w procesach technologicznych. Ogólna charakterystyka paliw. Ogólna charakterystyka kotłów. • Zanieczyszczenia stałe i gazowe spalin. Ogólna charakterystyka zanieczyszczeń –tlenki azotu, tlenki siarki, tlenek węgla, pyły. Zanieczyszczenia organiczne spalin. • Podstawowe obliczenia z kinetyki chemicznej w oparciu o stałą równowagi chemicznej. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Określanie ilości spalin. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw gazowych. Ilość i skład spalin. • Obliczanie maksymalnej temperatury spalin. • Określanie temperatury punktu rosy dla spalin. Straty ciepła w procesie spalania. • Spalanie biogazu. Spalanie biomasy stałej. • Obliczenia emisji zanieczyszczeń w spalinach. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie, BHP. • Pomiar temperatury płomienia. • Wyznaczanie współczynnika nadmiaru powietrza. • Analiza składu spalin aparatem Orsata. • Profesjonalne analizatory spalin. • Pozyskiwanie biogazu z osadów ściekowych - analiza procesu technologicznego. • Badanie właściwości termofizycznych biopaliw.	
Technologia form	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
• Narzędzia i przyrządy formierskie. Materiały formierskie i rdzeniowe. • Przeróbka mas formierskich. Badanie mas formierskich. • Metody formowania ręcznego. Mechanizacja wykonywania form i rdzeni. Suszenie form i rdzeni. • Układ wlewowy. Nadlewy i ochładzalniki. • Zalewanie form. Rysunek formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych i dzielonych • Wykonanie rdzeni. • Badanie technicznych własności piasków i mas formierskich • Wykonywanie odlewów metodą formy pełnej. • Wykonywanie form za pomocą wzorników. • Zasady obliczania układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich, obciążanie form. • Wykonanie projektu formy odlewniczej, obliczenia, rysunki.	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
• Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Zaawansowana edycja tekstów w edytorze: dokumenty i pliki, paski narzędzi, operacje blokowe, rysunki, tabele. Praca z dużymi dokumentami, struktura podziału treści, style, indeksy, spisy. Korespondencja seryjna. • Wprowadzenie do arkusza kalkulacyjnego. Wyrażenia i funkcje matematyczne, daty i czasu. Zakresy komórek, kreator funkcji. • Arkusz kalkulacyjny, cd.: adresowanie komórek, typy adresów, ciągi liczbowe, automatyzacja pracy. Wyznaczanie wartości funkcji w przedziale określoności, wykresy funkcji, prezentacja danych stabelaryzowanych. • Arkusz kalkulacyjny - funkcje logiczne, złożone wyrażenia warunkowe. Zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych – wykresy, formuły tablicowe. • Optymalizacja linowa z ograniczeniami - moduł Solver. • Kolokwium • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze, wykresy. • MatLab: równania algebry liniowej. Instrukcje	

warunkowe, iteracje. Elementy programowania: proste programy skryptowe. • Kolokwium	
Technologia kół zębatych	K_W07, K_W09, K_W14, K_W16, K_W17, K_U01, K_U06, K_U11, K_U13, K_U16, K_U18, K_U20
• Podstawowe zagadnienia związane z technologią obróbki • Technologiczność konstrukcji kół zębatych. Dokładność wykonania kół zębatych. • Szczegółowy proces technologiczny obróbki różnych wariantów kół walcowych i stożkowych. • Obróbka otoczek kół zębatych. • Metody kształtowe i obwiedniowe obróbki kół zębatych. • Montaż kół zebatych • Zaliczenie i podsumowanie treści kształcenia • Projektowanie przekładni zębatych z uwzględnienieniem technologi obróbki • Narzędzia do obróbki kół zebatych • Obróbka kół zębatych stożkowych na szlifierce Klingenberg • Programowanie obróbki kół zębatych w systemach CAM • Prezentacja projektu	
Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	K_W05, K_W07, K_W14, K_U01, K_U02, K_U17, K_K03
• Wprowadzenie do technologii obróbki na obrabiarkach CNC • Omówienie warunków produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia obrabiarek CNC • Etapy projektowania procesu technologicznego dla potrzeb obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC) • Dokumentacja technologiczna, elektroniczne bazy danych, komputerowo wspomagane projektowanie procesów technologicznych • Dobór warunków obróbki: materiały obrabiane, narzędzia i parametry istotne podczas projektowania procesów technologicznych realizowanych na obrabiarkach CNC • Dobór warunków obróbki: strategie obróbkowe stosowane podczas obróbki na obrabiarkach CNC • Omówienie przykładowego procesu technologicznego opracowanego dla obróbki na obrabiarkach CNC • Przedstawienie i omówienie typowych strategii obróbkowych na wybranych cechach przedmiotu obrabianego i ich wpływu na proces • Zapoznanie z możliwościami oprogramowania do optymalizacji programów obróbkowych • Opracowanie własnego procesu technologicznego z zastosowaniem dostępnych środków technologicznych i narzędzi informatycznych	
Technologia topienia	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
• Wiadomości ogólne o topieniu metalu. Urządzenia do topienia. • Przygotowanie ciekłego metalu. Rafinacja i modyfikacja. • Technologia topienia żeliwa. Technologia topienia staliwa. • Technologia topienia stopów miedzi. Technologia topienia stopów aluminium. • Technologia topienia stopów magnezu, cyny i ołowiu. Kontrola jakości ciekłego metalu. • Kontrola temperatury ciekłego metalu. • Nieniszcząca metoda oceny struktury żeliwa. • Wyznaczanie właściwości odlewniczych żeliwa (lejność, skurcz). • Badanie wpływu temperatury ciekłego metalu i wysokości zalewania na jakość powierzchni odlewu. • Badania skłonności żeliwa do zabieleń.	
Technologie przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych	K_W04, K_W07, K_W09, K_U18, K_K01, K_K04, K_K06
• Wprowadzenie do przedmiotu. Przygotowanie tworzyw i kompozytów polimerowych do przetwórstwa • Właściwości przetwórcze tworzyw polimerowych • Fizyczno - chemiczne metody przetwórstwa tworzyw polimerowych I rodzaju • Fizyczno - chemiczne metody przetwórstwa tworzyw polimerowych II rodzaju • Chemiczno - fizyczne metody przetwórstwa tworzyw polimerowych • Problemy przetwórstwa tworzyw polimerowych • Klasyfikacja metod wytwarzania kompozytów polimerowych. Dobór metod wytwarzania.	

Produkty, narzędzia i materiały stosowane w procesie wytwarzania materiałów kompozytowych. • Laminowanie ręczne i natryskowe. Przegląd metod, kryteria wyboru, rodzaje wyrobów. Wady wyrobów. • Metoda worka próżniowego Vacuum Bag, metoda infuzji RTM i VATRM. Materiały przekładkowe. Produkcja wielkoseryjna. Jakość wyrobów. • Technologia prepregów, wyroby dla lotnictwa. zbrojenie włóknami wysokomodułowymi (węglowymi, aramidowymi, hybrydowymi). Technologia autoklawowa – formowanie ciśnieniowe. • Prasowanie tłoczyw SMC (Sheet Moulding Compounds), Prasowanie tłoczyw BMC (Bulk Moulding Compounds), Pultruzja i nawijanie • Metody badań właściwości wyrobów kompozytowych w przemyśle • Egzamin • Ocena właściwości przetwórczych tworzyw polimerowych na podstawie badań reometrycznych • Ustawianie parametrów wtryskiwanie w w przetwórstwie biopolimerów • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw polimerowych w warunkach przetwórstwa podczas wytłaczania za pomocą ekstruzjometru • Metoda laminowania ręcznego • Metoda worka próżniowego Vacuum Bag • Wyznaczanie właściwości mechanicznych kompozytów uzyskanych wybranymi metodami. • Technologia prepregów. • Zaliczenie	
Technologie przyrostowe w wytwarzaniu wyrobów	K_W06, K_W09, K_U01, K_U07, K_U12, K_K06
• Student poznaje metody projektowania w wybranym programie 3D-CAD, które dedykowane są dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student poznaje sposoby przeprowadzenia procesu obróbki danych modelu 3D-CAD oraz w jaki sposób przygotować dane do procesu wytwórczego • Student poznaje wybrane systemy przyrostowego wytwarzania prototypów • Student poznaje pośrednie metody prototypowania tak, aby był w stanie samodzielnie wykonać prototyp • Student poznaje 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	
Technologie spawalnicze	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
• Spawanie gazowe. Cięcie metali i stopów: rodzaje i metody, charakterystyka zastosowanie. • Spawanie elektrodą otuloną, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukowe w osłonach gazowych. Spawanie metodą GTAW, spawanie metodą GMAW, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie elektrożużlowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie plazmowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie laserowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie wiązką elektronową parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie aluminotermiczne parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Napawanie parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Zgrzewanie, metody zgrzewania. Zgrzewanie oporowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Lutowanie – metody, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Cięcie płomieniem gazowym. • Cięcie plazmą • Zgrzewanie oporowe • Lutowanie miękkie i twarde • Natryskiwanie termiczne: ręczne i	

zrobotyzowane. • Spawanie zrobotyzowane.	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
• Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła-prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszaniny gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania.Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine'a i Lindego.Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • Wprowadzenie, BHP, niepewność pomiaru Pomiar ciśnienia, sprawdzanie manometrów Pomiar ciśnienia, cechowanie mikromanometrów Pomiar ciśnienia, manometry elektroniczne Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury Pomiar temperatury - cechowanie termometrów i stabilizacja temperatury odniesienia. Pomiar temperatury - wyznaczanie charakterystyki dynamicznej czujników. Wyznaczanie zależności temperatury wrzenia wody od ciśnienia. Wyznaczanie entalpii parowania (skraplania) wody. Indykowanie sprężarki tłokowej, analiza wykresów indykatorowych Pomiar wartości opałowej paliw gazowych i ciekłych. Pomiar wilgotności powietrza Wyznaczanie wykładnika adiabaty	
Tworzywa i kompozyty polimerowe	K_W04, K_W07, K_W09, K_K04
• Budowa chemiczna polimerów, uporządkowanie makrocząstek w polimerach. • Agregaty kryształów lamelarnych, kinetyka krystalizacji. • Stan ciekłokrystaliczny w polimerach, stopień krystaliczności, orientacja, uporządkowanie makrocząsteczek we włóknach. • Rodzaje tworzyw polimerowych, klasyfikacje i budowa elastomerów. • Definicja kompozytu, klasyfikacja kompozytów; charakterystyka kompozytów ze względu na zbrojenie- kompozyty zbrojone włóknami, kompozyty dyspersyjne, kompozyty zbrojone cząstkami; ogólne wytyczne projektowania struktury kompozytów - właściwości	

sumaryczne i wynikowe. • Związki konstytutywne. Mechanika warstwy ortotropowej. Hipotezy wytężeniowe. • Włókna stosowane do zbrojenia kompozytów –charakterystyka włókien szklanych, borowych, węglowych, korundowych, z węglika krzemu, Kevlaru, włókien naturalnych, włókien mineralnych. • Główne problemy związane ze zbrojeniem włóknami; połączenia między komponentami; wpływ typu połączenia na właściwości kompozytu; charakterystyka warstwy granicznej, ułożenie włókien. • Projektowanie konstrukcji kompozytowych Zastosowanie kompozytów konstrukcyjnych w budowie maszyn. • Biotworzywa - podstawowe pojęcia, klasyfikacja, charakterystyka polimerów podwójnie zielonych • Przegląd głównych biotworzyw w kontekście właściwości i praktycznego zastosowania w wyrobach konkretnego przeznaczenia • Napełniacze pochodzenia naturalnego stosowane w kompozytach o osnowie polimerów termoplastycznych • Prezentacja głównych metod przetwórczych biotworzyw i biokompozytów polimerowych z wyszczególnieniem bieżących trendów oraz prognoz. Problemy i wyzwania w przetwórstwie biotworzyw i biokompozytów polimerowych. • Istota problemu zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych, Przegląd metod recyklingu TS • Zaliczenie • Kompozyty warstwowe; otrzymywanie o różnym układzie warstw wzmocnienia (wzmocnienie jednokierunkowe, dwukierunkowe). • Badanie cech wytrzymałościowych kompozytu w zależności od układu warstw wzmocnienia (wytrzymałość na rozciąganie, moduł Younga). • Kompozyty warstwowe, metoda krótkiej belki, badanie udarności, wytrzymałość na zginanie. • Przygotowanie tworzyw polimerowych do przetwórstwa (suszenie, rozdrabnianie, mieszanie, modyfikowanie). • Skurcz tworzyw polimerowych. • Recykling materiałów polimerowych (formowanie wtryskowe i mielenie)	
Tworzywa na formy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
• Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych. Główne materiały do sporządzania mas. • Masy klasyczne. Masy specjalne. Sypkie masy samoutwardzalne. Ciekłe masy samoutwardzalne. • Masy gipsowe. Powłoki ochronne, aktywne i wzmacniające. • Badania mas i materiałów formierskich. • Regeneracja mas formierskich. • Pobieranie materiałów i mas formierskich. Przygotowanie próbek do badań. Oznaczania wilgotności. • Oznaczanie składu ziarnowego. • Badanie właściwości wytrzymałościowych. • Oznaczania osypliwości. • Badanie przepuszczalności masy formierskiej • Oznaczanie zawartości lepiszcza w piaskach formierskich. • Oznaczanie wilgotności masy formierskiej	
Urządzenia energetyczne	K_W02, K_W04, K_W05, K_W07, K_W08, K_U04, K_U07, K_U08, K_U10, K_U17, K_K01, K_K03
• Rodzaje i postacie energii, przemiany energii pierwotnej w energię wtórną i jednostki energii. Zasoby energii w świecie i Polsce. Struktura zużycia pierwotnych źródeł energii. Paliwa: Spalanie paliw. Paliwa energetyczne: węgiel, ropa, gaz ziemny i metan z pokładów węgla i wysypisk komunalnych; Paliwa LPG. Biomasa. Wiadomości ogólne o maszynach i urządzeniach cieplnych; podział ze względu na typy i funkcje. Podstawowe przemiany energetyczne mające istotne znaczenie w praktyce. Współczesna elektrownia cieplna, klasyfikacja elektrowni. Blok energetyczny. Obieg porównawczy Clausiusa-Rankine'a modelujący siłownię kondensacyjną oraz maszyny i urządzenia występujące w prostej siłowni kondensacyjnej. Sprawność chwilowa obiegu. Entalpowa i entropowa analiza obiegu siłowni parowej. Charakterystyczne parametry siłowni. Moduły	

technologiczne parowej siłowni kondensacyjnej. Woda w energetyce. Klasyfikacja wód surowych, zanieczyszczenia. Wskaźniki jakości wody. Skrócona i pełna analiza wody. Kotły: Bilans energetyczny, sprawność i straty cieplne kotła. Oznaczenia kotłów. Wielkości charakterystyczne kotłów. Klasyfikacja kotłów parowych. Typy paleniska i rusztu: Wpływ procesu spalania paliwa w palenisku na otoczenie. Kotły pyłowe. Kotły o parametrach nadkrytycznych. Kotły fluidalne w perspektywicznych technologiach energetycznych. Młyny węglowe i ich podział. Instalacje młynowe. Budowa i zasada pracy tłokowej maszyny parowej. Wady i zalety maszyn parowych. Sprężarki i wentylatory. Wentylatory promieniowe i osiowe. Przewody wentylacyjne. Pompy, wielkości charakteryzujące, układy i podział pomp. Turbiny: turbiny parowe i wodne wraz z urządzeniami pomocniczymi. Zasada pracy akcyjnych i reakcyjnych stopni turbiny. Prosta instalacja turbiny gazowej. Sprawność energetyczna instalacji. Maszyny i urządzenia tworzące układ turbiny gazowej; sprężarka, turbina gazowa, układ spalania, przekładnie zębate oraz układy: paliwowy, chłodzenia, rozruchowy, sterowania oraz olejowy. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych turbin. Schematy układów gazowo-parowych. Zastosowanie turbin gazowych w innych dziedzinach. Silniki wiatrowe. Wiatrak, podstawy teoretyczne; współczynnik wykorzystania mocy; kryterium Betza. Wyróżnik szybkobieżności. Właściwości i podział silników spalinowych. Budowa i zasada działania tłokowych silników spalinowych. Silnik Stirlinga jako przykład silnika spalinowego zewnętrznego spalania. Elementy układów cieplnych. Wymienniki ciepła: typy, metody obliczeń cieplnych i hydraulicznych. sposoby obniżania temperatury ścianki i poprawy równomierności przepływu czynników. Regeneratory: zalety i wady, przykłady zastosowań, metody obliczeń cieplnych. Zasobniki ciepła: konstrukcje, obliczanie, przykłady zastosowań. Odwadniacze: rodzaje, schematy zabudowy. Kominy: zasada działania, ograniczenia ekologiczne. Chłodnie wody przemysłowej. Chłodnie kominowe i wentylatorowe. Urządzenia chłodnicze. Sprężarki ziębnicze: typy, przykładowe rozwiązania konstrukcyjne, zasada działania, przykłady zastosowań, wady i zalety. Absorpcyjne urządzenia chłodnicze: zasada działania, stosowane czynniki chłodnicze. Pompy grzejne: sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne. Czynniki robocze parowych pomp grzejnych. Zastosowanie pomp grzejnych. Rury cieplne i ich zastosowanie. Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej i ciepła. Technologie wytwarzania skojarzonego energii elektrycznej i ciepła oraz technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii. • 1. Informacje wstępne. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów i ich niepewność pomiarowa. 2. Badanie rurowego wymiennika ciepła. 3. Bilans energetyczny płytowego wymiennika ciepła. 4. Wyznaczanie współczynnika wydajności chłodniczej urządzenia chłodniczego. 5. Bilans energetyczny przepływowego podgrzewacza wody. 6. Bilans energii cieplnej w zasobniku układu CHP. 7. Efektywność pompy ciepła 8. Badanie wentylatora osiowego. • 1. Obiegi porównawcze siłowni parowych i gazowych. 2. Obieg siłowni z międzystopniowym przegrzaniem pary. 3. Obieg siłowni regeneracyjnej. Obiegi rzeczywiste siłowni gazowych. 4. Współprądowe wymienniki ciepła. 5. Przeciwprądowe wymienniki ciepła. 6. Krzyżowe wymienniki ciepła. 7. Gruntowe wymienniki ciepła przy pompach ciepła. Poziome i pionowe wymienniki ciepła. 8. Obliczenia projektowe systemów grzewczych.

Wirtualne spawanie	K_W05, K_W09, K_U01, K_U07, K_U09
• Wiadomości wstępne. Charakterystyka stanowiska do spawania wirtualnego (symulatora). Omówienie metod spawania wirtualnego. Etapy przygotowania do spawania wirtualnego - omówienie modułów i podmodułów symulatora. • Wirtualne	

spawanie metodą TIG (różne rodzaje złączy, różne atmosfery ochronne). • Wirtualne spawanie metodą MIG (różne rodzaje materiałów, złączy spawanych i mieszanek gazów). • Wirtualne spawanie metodą MAG (różne rodzaje materiałów, złączy spawanych i mieszanek gazów). • Wirtualne spawanie metodą MMA (różne rodzaje materiałów i złączy spawanych, różne rodzaje elektrod).	
Wspomaganie CAx procesów przetwórstwa tworzyw i kompozytów	K_W01, K_W04, K_W07, K_W09, K_U07, K_U08, K_U09, K_U18, K_K01, K_K04, K_K06
• Wykorzystanie metody elementów skończonych do modelowania procesów przetwórstwa tworzyw polimerowych. Wprowadzenie do programu Autodek Moldflow Insight (AMI) – zapoznanie z przybornikiem i głównymi funkcjami/opcjami. • Analiza i praktyczne zastosowanie rodzajów siatek elementów skończonych stosowanych w AMI • Dane materiałowe wykorzystywane w modelowaniu (AMI). Stosowanie warunków brzegowych i początkowych (AMI) • Modelowanie procesu formowania wtryskowego na przykładzie wyrobu konkretnego przeznaczenia – Analiza płynięcia i docisku (Fill+Pack) • Zaawansowana analiza przetwórcza - Modelowanie układu wlewowego, chłodzenia, formy wtryskowej • Zaawansowania analiza przetwórcza – Interpretacja wyników przeprowadzonych symulacji • Symulacje procesu formowania wtryskowego materiałów polimerowych z krótkimi włóknami. • Analiza numeryczna niekonwencjonalnych metod przetwórczych – Wtrysk tworzywa z gazem (Mucell) • Symulacja procesu wytwarzania kompozytów włóknistych - przesycanie żywicą zbrojenia z zamkniętych formach (RTM – z ang. Resin tranfer moulding) • Modelowanie mikrostruktur kompozytów polimerowych z wykorzystaniem nowoczesnych technik komputerowych bazujących na metodach homogenizacji analitycznej i numerycznej (Digimat / Helium). • Wykorzystanie oprogramowania ANSYS Workbench w symulacjach wspomagających procesy przetwórstwa tworzyw polimerowych. Wprowadzenie do programu ANSYS Workbench. Zapoznanie z wybranymi funkcjami oprogramowania • Symulacje numeryczne procesu wytłaczania z wykorzystaniem modułu Polyflow • Symulacje numeryczne kompozytów warstwowych z wykorzystaniem modułu ACP	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m).	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: - zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopienie, itp. • Nauka stylu	

grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem.	
Wymiana ciepła	K_W02, K_W05, K_W08, K_U01, K_U04, K_U08, K_K03
• Mechanizmy wymiany ciepła (przewodzenie-prawo Fouriera, konwekcja-prawo Newtona, promieniowanie-prawo Stefana-Boltzmanna). Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez jednowarstwową i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę. Opór termiczny. Opór kontaktowy. Przenikanie ciepła przez przegrody. Ogólne równanie przewodzenia z uwzględnieniem nieustalonego przewodzenia jedno- i wielowymiarowego, ze źródłami ciepła, w różnych układach współrzędnych. System przewodząco – konwekcyjny w przypadku ustalonej wymiany ciepła dla płaskiego żebra. Sprawność żebra; Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, ciało półnieskończone z różnymi warunkami brzegowymi (stałej temperatury, stałego strumienia ciepła i warunkiem konwekcyjnym). • Fizyczny mechanizm konwekcji. Klasyfikacja przepływów. Warstwa przyścienna i termiczna warstwa przyścienna. Przepływ laminarny i turbulentny. Równanie różniczkowe konwekcyjnej wymiany ciepła-rozwiązanie dla płaskiej płyty. Bezwymiarowe równanie konwekcyjnej wymiany ciepła w postaci bezwymiarowej. Analogia między wymianą ciepła i pędu. • Rodzaje wymienników ciepła. Współczynnik przenikania ciepła. Bilans energetyczny wymienników ciepła. Średnia logarytmiczna różnica temperatury-obliczanie wymienników. Sprawność wymiennika ciepła -liczba jednostek przenikania ciepła (NTU)-obliczanie wymienników. • Promieniowanie elektromagnetyczne i cieplne. Właściwości promieniste ciał. Emisyjność. Tożsamość Kirchhoffa. Prawo Plancka. Reguła przesunięć Wiena. Ciała szare. Współczynniki konfiguracji (kształtu) promieniowania. Promieniowanie par i gazów. • Analogia między wymianą ciepła i masy. Dyfuzja molekularna. Prawo Ficka. Dyfuzja jednokierunkowa. Warunki brzegowe. Ustalona dyfuzja przez przegrodę. Opór dyfuzji. • Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez ściankę płaską, cylindryczną i sferyczną, przenikanie ciepła, krytyczna średnica izolacji. Przejmowanie ciepła przez powierzchnie ożebrowane. Nieustalone przewodzenie ciepła.Konwekcyjna wymiana ciepła. Wzory kryterialne. Wymiana ciepła przez promieniowanie. • Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym i rurowym. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego. Badanie rurowego wymiennika ciepła.Sprawdzanie praw promieniowania.	
Wymiana ciepła w procesach przetwórstwa	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U07, K_U08, K_K01
• Omówienie konieczności stabilizacji temperatury w systemach przetwórstwa tworzyw. Mechanizmy wymiany ciepła (przewodzenie-prawo Fouriera, konwekcja-prawo Newtona, promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna). Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez jednowarstwową i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę. Opór termiczny. Opór	

kontaktowy. Przenikanie ciepła przez przegrody. Ogólne równanie przewodzenia z uwzględnieniem nieustalonego przewodzenia jedno- i wielowymiarowego. System przewodząco – konwekcyjny. Sprawność i efektywność żebra. Układy dwuwymiarowe -współczynniki kształtu. Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, płytę, walec, kulę. • Fizyczny mechanizm konwekcji. Klasyfikacja przepływów. Warstwa przyścienna i termiczna warstwa przyścienna. Przepływ laminarny i turbulentny. Równanie różniczkowe konwekcyjnej wymiany ciepła-rozwiązanie dla płaskiej płyty. Bezwymiarowe równanie konwekcyjnej wymiany ciepła w postaci bezwymiarowej. Analogia między wymianą ciepła i pędu. Konwekcja wymuszona w kanałach okrągłych i prostokątnych- korelacje dla konwekcji wymuszonej dla różnych konfiguracji geometrycznych. Jednowymiarowy przepływu płynu przez kanały-równanie Bernoulliego. Opory przepływu. Analiza strat ciśnienia w układach. Rodzaje pomp. Charakterystyka przepływowa pompy i systemu. Bilans energetyczny wymiennika ciepła. Średnia logarytmiczna różnica temperatury. Rurki ciepła-zasada działania, budowa, ograniczenia zakresu pracy. Opór termiczny rurki ciepła. Obszary zastosowania rurek ciepła. Numeryczne metody obliczania pól temperatury – ogólna charakterystyka. Warunki brzegowo-początkowe. Metoda objętości kontrolnej (skończonej). Opis metody Gaussa-Seidela. Metoda elementów skończonych. Równania bilansu masy, pędu i energii. Przepływ turbulentny- rozszerzenie układu równań transportu o model turbulencji k-ε. • Właściwości promieniste ciał. Ciało doskonale czarne. Prawo Plancka. Emisyjność. Tożsamość Kirchhoffa. Reguła przesunięć Wiena. Ciała szare. Radiacyjny opór termiczny. Współczynniki konfiguracji (kształtu) promieniowania. Prawo wzajemności. Promieniowanie między ciałami szarymi. Tworzenie obwodów termicznych promieniowania. Ekrany.

Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_W15, K_U09, K_U16, K_K01

• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia,. Czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego • Charakterystyki geometryczne figur płaskich • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie

przekrojów prętów • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrecanie pretow o przekrojach niekolwych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_W15, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy plaskie zamkniete • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetcznych do rozwiazywania ukladow ramowch • Zastosowanie metody sil do rowiazywania ukladow ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zailczenie	
Zaawansowane systemy CAD/CAM	K_W05, K_U07, K_U09, K_U16, K_K03
• Opracowanie modeli 3D różnych typów wyrobów. • Opracowanie złożeń różnych typów maszyn i mechanizmów. • Opracowanie dokumentacji technicznej 2D różnych typów wyrobów. • Automatyczne programowanie cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i badania weryfikacyjne opracowanych programów obróbkowych. • Analiza technologiczności obrabianych części.Zastosowanie narzędzi modelowania synchronicznego do modyfikacji geometrii modeli nieasocjatywnych. • Automatyczne programowanie indeksowanych cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i badania weryfikacyjne opracowanych programów obróbkowych.	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W07, K_W10, K_W12, K_U07, K_U12, K_U18, K_K05
• Organizacja kontroli jakości w produkcji spawalniczej. Klasyfikacja wad złączy spawanych, zgrzewanych, lutowanych oraz wad napoin i warstw natryskiwanych cieplnie. • Klasy konstrukcji spawanych zgrzewanych i lutowanych oraz dopuszczalność wad złączy. Uprawnienia zakładów produkcyjnych do prac spawalniczych. Certyfikacja laboratoriów spawalniczych. • Program zapewnienia jakości prac spawalniczych. Księga	

jakości. Poziomy zapewnienia jakości. Podręcznik kontroli jakości, plan kontroli jakości i organizacja kontroli jakości. • Kontroler prac spawalniczych oraz personel prowadzący kontrolę jakości; wymagania kwalifikacyjne. Organizacja i przebieg kontroli jakości prac spawalniczych przed rozpoczęciem procesu, w czasie procesu oraz po zakończeniu procesu spawalniczego, (zastosowanie badań niszczących i nieniszczących) • Zużycie elektrod przy ręcznym spawaniu łukowym. Zużycie drutu elektrodowego i topnika przy spawaniu łukiem krytym. Czasy spawania, zgrzewania, lutowania, napawania oraz czasy cięcia. • Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO2. Zużycie gazów przy cięciu tlenem. Zużycie energii elektrycznej prądu stałego i przemiennego. • Obliczanie czasu głównego i określenie pozostałych czasów. Kalkulacja kosztów procesów spawania, zgrzewania, lutowania i napawania oraz cięcia termicznego. • Obliczeniowe i empiryczne metody określania parametrów procesów spawalniczych. Wskaźniki techniczne oceny procesu spawalniczego. Prace naprawcze. • Wskaźniki wpływające na koszty spawania np. całkowity czas spawania tn, czas główny spawania lub czas jarzenia się łuku tg itd. • Określanie składu fazowego stali wysokostopowych - kryterium Schafflera • Tworzenie dokumentów kwalifikowanej technologii spawania (WPS).	
Zarządzanie i optymalizacja procesów przetwórczych	K_W14, K_U07, K_U19, K_K06
• Wprowadzenie do przedmiotu. Metody kontroli. Statystyczna kontrola odbiorcza. Statystyczne sterowanie procesem (SPC) • Badanie istotności wpływu czynników wejściowych procesu • Matematyczne modelowanie procesów wytwarzania • Planowanie eksperymentów (DoE). Plany dwupoziomowe • Plany statyczne trójpoziomowe • Istota i kryteria optymalizacji procesów wytwarzania. Optymalizacja procesów na podstawie modelu matematycznego • Optymalizacja procesów bez znajomości modelu matematycznego. Optymalizacja wielokryterialna • Branża przetwórcza tworzyw sztucznych w Polsce i na Świecie – fakty, trendy, prognozy • Wybrane zagadnienia zarządzania procesami w branży przetwórstwa tworzyw sztucznych na wybranych przykładach – (od projektu do gotowego wyrobu) • Optymalizacja procesów przetwórczych - analiza cyklu życia wyrobu z TS • Podstawy normalizacji w przetwórstwie tworzyw sztucznych. Zasady korzystania z norm i literatury normalizacyjnej. Prawo patentowe w przetwórstwie tworzyw sztucznych • Metody planowania eksperymentu w przetwórstwie tworzyw sztucznych • Optymalizacja procesów przetwórczych z wykorzystaniem nowoczesnych metod: sztuczne sieci neuronowe, algorytmy genetyczne, logika rozmyta • Nowoczesne techniki optymalizacji w przetwórstwie tworzyw sztucznych – metoda planów ortogonalnych Taguchi • Egzamin • Program statyczny randomizowany kompletny • Program statyczny randomizowany blokowy • Modelowanie procesu przy wykorzystaniu planu kompletnego zdeterminowanego dwupoziomowego z uwzględnieniem skutków interakcji • Optymalizacja procesu formowania wtryskowego z użyciem planów ortogonalnych Taguchi. Przegląd głównych parametrów nastawnych i ocena ich wpływu na jakość wyrobu • Wykorzystanie oprogramowania Minitab do oceny wpływu czynników sterujących na wartość parametru poddawanego optymalizacji • Symulacje procesu formowania wtryskowego z wykorzystaniem metod planowania eksperymentu i optymalizacji procesu przetwórczego w środowisku Autodesk Moldflow Insight • Dobór metody wytłaczania w stosunku do zastosowanego materiału polimerowego, przegląd głównych parametrów nastawnych i optymalizacja procesu • Zaliczenie • Wprowadzenie do przedmiotu. Badanie zdolności maszyny i procesu • Projekt i analiza karty kontrolnej Shewarta • Projekt i analiza karty kontrolnej do oceny alternatywnej • Optymalizacja	

procesu metodą przejścia po gradiencie • Zarządzanie projektami: charakterystyka proponowanej metody, dobór surowców i wtryskarki • Zarządzanie projektami: wymiary technologiczne wyrobu, tolerancje konstrukcyjne i techniczne, wymiary gniazda formującego, układ wlewowy • Zarządzanie projektami: bilans objętościowy, zapotrzebowanie na surowiec, analiza ekonomiczna • Zaliczenie	
Zarządzanie projektami	K_W10, K_W11, K_W18, K_U16, K_K03
• Wprowadzenie do przedmiotu. Inwestycje jako element strategii rozwoju przedsiębiorstwa • Ryzyko w ocenie opłacalności inwestycji • Procedury przygotowywania projektu • Studium finansowe projektu. Studium rzeczowe projektu • Źródła finansowania projektów • Metody oceny efektywności ekonomicznej inwestycji • Finansowe metody oceny projektów. Ekonomiczne metody oceny projektów • Zaliczenie • Wprowadzenie do przedmiotu. Ogólne zasady sporządzania rachunku efektywności ekonomicznej inwestycji • Praktyczne wykorzystanie miar ryzyka • Etapy przygotowania projektu • Instrumenty wykorzystywane do finansowania projektów • Metody oceny projektów • Cykl projektu inwestycyjnego • Posumowanie i zaliczenie • Zaliczenie	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
• Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. Procesy przemysłowe: wydobywcze i przetwórcze, naturalne i biotechnologiczne, i ich wpływ na środowisko naturalne. Procesy budowlane i transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Transport substancji niebezpiecznych - zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na organizmy żywe. Substancje niebezpieczne. Awarie przemysłowe o skutkach środowiskowych. Źródła powstawania, ryzyko awarii. Odpady i gospodarka odpadami. Odpady niebezpieczne. Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Stosowanie BAT. Pozwolenia zintegrowane. Ekologiczne wyroby. Kategorie oceny wyrobów, wymagania techniczne, ekoetykietowanie. Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Środowiskowy kontekst działalności organizacji. Infrastruktura - analiza parku maszyn, technologii, materiałów, itp. Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, materiały eksploatacyjne, itp. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej o skutkach środowiskowych. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Identyfikacja odpadów i strumień odpadów.	
Zastosowanie MES w budowie maszyn	K_W03, K_W05, K_W06, K_W15, K_U01, K_U06, K_U07, K_U09
• Wprowadzenie do graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES, omówienie interfejsu programu oraz poszczególnych etapów przeprowadzania analiz numerycznych na przykładzie jednoosiowego rozciągania • Modelowanie konstrukcji prętowych, belkowych przy użyciu elementów jednowymiarowych • Dwuwymiarowe zadanie teorii sprężystości. • Analiza konstrukcji powłokowej. • Zagadnienia kontaktu ciał odkształcalnych • Analiza numeryczna komponentów osiowosymetrycznych • Modelowanie komponentów trójwymiarowych z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia i utwierdzenia. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES • Praca konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym • Badanie stateczności elementów konstrukcyjnych. Wyboczenie płyt cienkościennych • Drgania własne konstrukcji, wyznaczanie postaci i częstości drgań własnych • Zaliczenie w formie kolokwium (termin 1 i poprawkowy)	

Zastosowanie MES w technologii maszyn	K_W03, K_W06, K_W15, K_U07, K_U09
• Wprowadzenie do modelowania MES zagadnień nieliniowych i kontaktowych. Źródła nieliniowości w modelowaniu procesów technologicznych. Podstawowe wymagania programów opartych na MES w zastosowaniu do analizy zagadnień z zakresu technologii maszyn. 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 zagadnień technologicznych (głównie procesów plastycznego kształtowania metali i stopów). Modelowanie numeryczne procesu spęcznia na zimno w osiowosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Wpływ warunków tarcia na przebieg procesu. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie naprężenia oraz płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników z uwzględnieniem sprężynowania. Wpływ właściwości kształtowanego materiału na wielkość sprężynowania po gięciu. Modelowanie numeryczne procesu wykrawania w płaskim stanie odkształcenia z zastosowaniem symetrii płaszczyznowej oraz w osiowosymetrycznym stanie naprężenia. Przygotowanie modeli do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego pręta o przekroju kołowym z wykorzystaniem różnych opcji przebudowy siatki dostępnych w programie. Prezentacja, analiza i porównanie uzyskanych wyników. Modelowanie procesu spłaszczania rury o różnych współczynnikach cienkościenności w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modeli oraz prezentacja wyników. Określenie wpływu cienkościenności rury na zmianę kształtu przekroju poprzecznego. Budowa modelu powłokowego procesu wytłacznia sztywnymi narzędziami z zastosowaniem dociskacza i bez dociskacza, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników obliczeń. Modelowanie procesu wywijania kołnierza z zastosowaniem modelu powłokowego oraz osiowosymetrycznego, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja, analiza i porównanie wyników obliczeń. Modelowanie procesu ciągnienia drutu przez ciągadło stożkowe w osiowosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu, prezentacja i analiza wyników badań. Modelowanie procesu wytłaczania z uwzględnieniem anizotropii właściwości plastycznych kształtowanej blachy z wykorzystaniem warunku plastyczności Hilla, przygotowanie modelu, prezentacja wyników obliczeń.	
Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	K_W05, K_W12, K_U02, K_U18, K_U19, K_K04
• Zarządzanie, funkcje zarządzania, system produkcyjny, uogólniony model systemu produkcyjnego, Proces produkcyjny (production) i proces wytwórczy (manufacturing), podstawowe elementy wektora wejścia i wyjścia systemu produkcyjnego, zarządzanie produkcją • Rozwój współczesnych systemów zarządzania, etapy rozwoju zarządzania produkcją, Zasady organizacji produkcji, typy produkcji i formy produkcji, modele zarządzania produkcją • Rozwój informatycznych systemów zarządzania, system informacyjny i informatyczny przedsiębiorstwa, model ZISZ przedsiębiorstwa produkcyjnego • Standaryzowane zintegrowane systemy zarządzania produkcją APICS - MRP, MRP II, ERP/ERPII, CRM, SCM. Systemy klasy WF, BI, MES, APS, WMS, TMS, YMS • Charakterystyka zintegrowanego systemu zarządzania MRPII – prognozowanie, planowanie zagregowane • Charakterystyka zintegrowanego systemu zarządzania MRPII	

– operatywny plan produkcji, planowanie potrzeb materiałowych, struktura wyrobu, • Charakterystyka zintegrowanego systemu zarządzania MRPII – planowanie potencjału produkcyjnego, sterowanie realizacją zleceń • Charakterystyka zintegrowanego systemu zarządzania MRPII – planowanie potrzeb dystrybucyjnych • Wprowadzenie do zintegrowanego informatycznego systemu zarządzania przedsiębiorstwem klasy ERP – SAP ERP • SAP ERP – moduł MM, zarządzanie gospodarką materiałową, dane podstawowe • SAP ERP – moduł MM, zarządzanie gospodarką materiałową, realizacja zamówień • SAP ERP – moduł PP, zarządzanie procesem produkcyjnym, dane podstawowe • SAP ERP – moduł PP, zarządzanie procesem produkcyjnym, planowanie i realizacja produkcji • SAP ERP – moduł SD, dane podstawowe • SAP ERP – moduł SD, realizacja procesu biznesowego sprzedaży i dystrybucji • Zaliczenie	
Zrównoważony rozwój i jakość produkcji	K_W20, K_K01
• Wprowadzenie do zrównoważonego rozwoju • Cele i zadania zrównoważonego rozwoju • Inicjatywy i systemy zrównoważonego rozwoju • Koncepcje i strategie zrównoważonej produkcji • Zrównoważona środowiskowo działalność gospodarcza • Działania wspomagające zrównoważoną produkcję • Techniki wspomagające zrównoważone projektowanie i doskonalenie produktów • Zaliczenie	
Budowanie marki osobistej	K_W11, K_W20, K_U03, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
• Wprowadzenie do personal brandingu • Autodiagnoza i analiza potencjału • Określenie grupy docelowej i celów komunikacyjnych • Strategia marki osobistej • Wizerunek w środowisku cyfrowym • Autoprezentacja i storytelling • Etyka i autentyczność w budowaniu marki osobistej	
Ekonomika produkcji	K_W18, K_U02, K_U11, K_U12, K_U18, K_K04
• Ekonomika i organizacja – istota, rozwój, cechy, podejścia badawcze • Pojęcie i cechy podmiotów gospodarczych, klasyfikacja, rejestracja • Przedsiębiorstwo jako organizacja. Funkcje przedsiębiorstwa • Przedsiębiorstwo. Produkcja. Otoczenie przedsiębiorstwa • Struktury oraz dokumentacja organizacyjna w przedsiębiorstwie • Aktywa trwałe i obrotowe przedsiębiorstwa, amortyzacja środków • Sprawozdawczość finansowa, bilans, rachunek zysków i strat • Inwestycje. Metody oceny opłacalności inwestycji • Etapy zakładania przedsiębiorstwa • Budowa struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa • Określenie zadań komórek organizacyjnych przedsiębiorstw • Sprawozdawczość finansowa przedsiębiorstw • Rachunek przepływów pieniężnych • Konsolidacja sprawozdań finansowych • Majątek trwały – amortyzacja	
Historia techniki	K_W09, K_W11, K_W13, K_W20, K_K01, K_K02
• Geneza, rozwój i wpływ na człowieka technik informatycznych i telekomunikacyjnych. • Narodziny i rozwój środków transportu: naziemnego, wodnego i powietrznego i ich wpływ na społeczeństwo. • Początki i rozwój technik zbrojeniowych: od broni palnej, przez pojazdy opancerzone, pancerniki, łodzie podwodne po myśliwce.	
Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady	

funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Procedury ratunkowe i komunikacja w sytuacjach zagrożenia. • Transmisja – zasady przekazywania informacji w systemach telekomunikacyjnych. • Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05

• Inżynier – planowanie kariery zawodowej w obszarze nauk technicznych. • Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Rozmowa kwalifikacyjna – przygotowanie do procesu rekrutacji. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Inżynier – planowanie kariery zawodowej w obszarze nauk technicznych. • Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Rozmowa kwalifikacyjna – przygotowanie do procesu rekrutacji. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05

• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Inżynier – planowanie kariery zawodowej w obszarze nauk technicznych. • Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Rozmowa kwalifikacyjna – przygotowanie do procesu rekrutacji. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05

• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Inżynier – planowanie kariery zawodowej w obszarze nauk technicznych. • Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Rozmowa kwalifikacyjna – przygotowanie do procesu rekrutacji. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Relacjonowanie wypowiedzi w kontekście bezpieczeństwa pracy. • Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Budynki – porównywanie obiektów architektonicznych. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Spekulacje – przyczyny zdarzeń technicznych. • Spekulowanie o przeszłych zdarzeniach technicznych. • Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	K_W11, K_W20, K_U03, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
• Wprowadzenie do komunikacji interpersonalnej • Style i techniki komunikacji • Kompetencje społeczne w relacjach interpersonalnych • Komunikacja w sytuacjach trudnych • Wprowadzenie do negocjacji • Strategie i techniki negocjacyjne • Zastosowanie praktyczne i podsumowanie	

Rachunek kosztów dla inżynierów	K_W18, K_U02, K_U11, K_U12, K_U18, K_K04
• Wprowadzenie. Rachunek kosztów w przedsiębiorstwie. • Odmiany rachunku kosztów. • Metody kalkulacji kosztów. • Modele rachunku kosztów. • Zaliczenie	
Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	K_W09, K_W11, K_W13, K_W20, K_K02
• Wprowadzenie. Zarys rozwoju techniki. Klasyfikacja materiałów. • Rozwój metod wytwarzania materiałów • Metody kształtowania wyrobów metalowych (przeróbka plastyczna, obróbka skrawaniem, obróbka cieplna) • Łączenie elementów konstrukcyjnych - metody i zasady doboru. • Elementy procesu technologicznego • Obróbka wykończeniowa	

4. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe- studia niestacjonarne

4.1 Przedmioty wspólne dla kierunku, niezależne od wyboru studentów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZB	Czynnik ludzki w technice	10	0	0	0	10	2	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	0	10	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Metodyka studiowania	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Moduł wybieralny 1 (Historia techniki / Wprowadzenie do procesów produkcyjnych)	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Moduł wybieralny 2 (Budowanie marki osobistej / komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne)	10	0	0	0	10	2	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
2	ME	Ekologia	10	0	5	0	15	3	N	
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	T	

2	MK	Grafika inżynierska 2	10	0	0	17	27	4	N	
2	FD	Matematyka 2	20	20	0	0	40	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny 3 (Ekonomika produkcji / Rachunek kosztów dla inżynierów)	10	10	0	0	20	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	4	N	
3	DJ	Język obcy	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	N	
3	MG	Spawalnictwo	8	0	9	0	17	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	7	0	20	0	27	3	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	20	15	0	0	35	5	T	
4	DJ	Język obcy	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	8	0	9	0	17	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	4	N	

4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	5	20	50	6	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	5	T	
5	DJ	Język obcy	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	4	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	0	15	37	4	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	2	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	N	
6	DJ	Język obcy	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	3	N	
6	MO	Podstawy MES	10	0	14	0	24	3	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	2	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MX	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	6	N	
8	ZM	Autoprezentacja i kompetencje społeczne w zawodzie inżyniera	10	0	0	0	10	2	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	

8	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	

Uwaga, niezaliczenie 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.

4.2 Wykaz bloków tematycznych do wyboru- studia niestacjonarne

4.2.1. Blok tematyczny: Inżynieria napędów pojazdów samochodowych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	ME	Budowa samochodów	20	0	15	15	50	5	T	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa	20	0	20	0	40	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	10	0	10	0	20	2	N	
7	ME	Diagnostyka samochodów	20	0	22	0	42	3	N	
7	ME	Komputerowe modelowanie układów napędowych	0	0	20	0	20	3	N	
7	ME	Obsługa i eksploatacja pojazdów hybrydowych	10	0	10	0	20	2	N	
7	ME	Silniki pojazdów samochodowych	20	0	20	10	50	5	T	
7	ME	Systemy CAx w projektowaniu układów funkcjonalnych pojazdów	0	0	20	10	30	4	N	
8	ME	Seminarium dyplomowe (INPS)	0	0	0	15	15	2	N	

8	ME	Systemy sterowania silników	15	0	15	0	30	4	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka	0	20	0	0	20	2	N	

		niemieckiego 2								
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	153 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS

Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.2. Blok tematyczny: Inżynieria odlewnictwa

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MG	Krystalizacja stopów	10	0	10	0	20	2	N	
6	MG	Stopy odlewnicze	10	0	22	0	32	3	N	
6	MG	Technologia form	10	0	20	0	30	4	T	
6	MG	Technologia topienia	10	0	10	0	20	3	T	
7	MG	Badania odlewów	15	0	30	0	45	3	N	
7	MG	Maszyny i urządzenia odlewnicze	15	0	15	0	30	3	N	
7	MG	Metody odlewania	15	0	15	0	30	4	T	
7	MG	Programowanie robotów przemysłowych	15	0	15	0	30	2	N	

7	MG	Tworzywa na formy odlewnicze	15	0	20	0	35	4	T	
8	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	15	0	30	3	N	
8	MG	Seminarium dyplomowe (IO)	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka	0	20	0	0	20	2	N	

		angielskiego 2								
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	152 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	7 ECTS

ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.3. Blok tematyczny: Inżynieria odnawialnych źródeł energii

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MD	Urządzenia energetyczne	10	11	15	0	36	4	N	
6	MD	Wymiana ciepła	20	10	10	0	40	5	T	
7	MD	Efektywność energetyczna	12	0	18	0	30	4	N	
7	MD	Pompy ciepła	10	0	8	4	22	3	T	
7	ML	Siłownie wodne i wiatrowe	18	0	9	10	37	5	T	
7	MD	Systemy fototermiczne fotowoltaiczne	28	10	14	6	58	5	T	
7	MD	Techniki czystego spalania i	22	10	16	0	48	3	N	

		energia biomasy								
8	ME	OZE w transporcie	16	0	15	0	31	2	N	
8	MD	Seminarium dyplomowe (IOŹE)	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	

4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	149 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	7 ECTS

nauki społeczne.	
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.4. Blok tematyczny: Inżynieria pojazdów samochodowych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	ME	Budowa samochodów	20	0	15	15	50	5	T	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa	20	0	20	0	40	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	10	0	10	0	20	2	N	
7	ME	Diagnostyka samochodów	20	0	22	0	42	3	N	
7	ME	Inżynieria pojazdów w systemach CAD/CAM	0	0	20	0	20	2	N	

7	ME	Inżynieria wytwarzania i eksploatacji pojazdów	20	0	10	0	30	4	N	
7	ME	Komputerowe modelowanie układów napędowych	0	0	20	0	20	3	N	
7	ME	Silniki pojazdów samochodowych	20	0	20	10	50	5	T	
8	ME	Proekologiczne systemy diagnostyczne pojazdów	15	0	15	0	30	4	N	
8	ME	Seminarium dyplomowe (IPS)	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	

3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach	73 ECTS

zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	153 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.5. Blok tematyczny: Inżynieria spawalnictwa

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MG	Metalurgia procesów spawalniczych	15	0	15	0	30	2	T	
6	MG	Projektowanie konstrukcji spawanych	15	0	0	20	35	3	N	
6	MG	Technologie spawalnicze	15	0	20	0	35	3	T	

7	MG	Badania nieniszczące złączy spawanych	15	0	25	0	40	4	T	
7	MG	Badania niszczące złączy spawanych	10	0	10	0	20	2	N	
7	MG	Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	15	0	10	0	25	4	T	
7	MG	Obróbka cieplna złączy spawanych	10	0	10	0	20	3	N	
7	MG	Programowanie robotów spawalniczych	10	0	10	0	20	2	N	
7	MG	Wirtualne spawanie	0	0	25	0	25	2	N	
7	MG	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	15	0	7	0	22	3	N	
8	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	15	0	30	3	N	
8	MG	Seminarium dyplomowe (IS)	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	

2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	152 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.6. Blok tematyczny: Komputerowo wspomagane wytwarzanie

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MF	Modelowanie procesów produkcyjnych	12	0	12	0	24	3	N	
6	MT	Przygotowanie i organizacja produkcji	18	0	10	10	38	4	T	
6	MT	Systemy CAM (KWW)	12	0	0	30	42	4	N	
7	MO	Obrabiarki sterowane NC	14	0	18	0	32	4	T	
7	MT	Oprzyrządowanie technologiczne	10	0	0	15	25	3	N	
7	MT	Produkcja odchudzona	10	0	20	0	30	3	T	
7	MO	Systemy narzędziowe	10	0	10	0	20	2	N	
7	MP	Zastosowanie MES w technologii maszyn	0	0	32	0	32	3	N	
7	MT	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	14	0	0	15	29	2	N	
8	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	15	0	30	3	N	
8	MT	Seminarium dyplomowe (KWW)	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i	10	0	0	0	10	2	N	

		kompetencje społeczne								
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka	0	20	0	0	20	2	N	

		rosyjskiego 3								
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	139 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.7. Blok tematyczny: Napędy mechaniczne

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MK	CAD w modelowaniu napędów	0	0	30	0	30	3	N	
6	MK	Obliczanie przekładni zębatych wg ISO	10	10	0	0	20	3	T	
6	MA	Podstawy mechatroniki	10	0	20	0	30	2	N	
6	MK	Projektowanie przekładni	0	0	0	30	30	3	N	
7	MO	Obrabiarki CNC	10	0	20	0	30	4	T	
7	MK	Projektowanie napędów mechanicznych	10	0	28	0	38	4	T	
7	MK	Specyfikacja geometrii wyrobu i pomiary	25	0	25	0	50	4	T	
7	MT	Systemy CAM (NM)	10	0	20	0	30	3	N	
7	MK	Technologia kół zębatych	12	0	12	0	24	3	N	
8	MK	Seminarium dyplomowe (NM)	0	0	0	15	15	2	N	
8	MK	Zastosowanie MES w budowie maszyn	0	0	20	0	20	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	

5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	153 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.8. Blok tematyczny: Programowanie i automatyzacja obróbki

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MO	Programowanie maszyn CNC 1	15	0	35	0	50	4	N	
6	MO	Systemy CAM (PiAO)	10	0	30	0	40	4	N	
6	MO	Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	10	0	15	0	25	2	N	
7	MO	Maszyny sterowane NC	20	0	23	0	43	5	T	
7	MO	Programowanie maszyn CNC 2	0	0	40	0	40	4	N	
7	MO	Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	20	0	24	0	44	4	T	
7	MO	Zaawansowane systemy CAD/CAM	0	0	40	0	40	6	N	
8	MO	Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	10	0	0	10	20	2	N	
8	MO	Seminarium dyplomowe (PiAO)	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	

5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	153 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.2.9. Blok tematyczny: Przetwórstwo tworzyw i kompozytów polimerowych

Przedmioty realizowane po wyborze bloku tematycznego

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
6	MP	Technologie przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych	20	0	10	10	40	4	T	
6	MK	Technologie przyrostowe w wytwarzaniu wyrobów	12	0	12	0	24	2	N	
6	MP	Wspomaganie CAx procesów przetwórstwa tworzyw i kompozytów	0	0	30	0	30	3	N	
6	MD	Wymiana ciepła w procesach przetwórstwa	10	10	0	0	20	2	N	
7	MT	Automatyzacja i robotyzacja procesów przetwórstwa	15	0	15	0	30	3	T	
7	MP	CAD w projektowaniu narzędzi i wyrobów	0	0	28	0	28	3	N	

7	MT	Ekonomiczne aspekty działalności przedsiębiorstw	10	10	0	0	20	2	N	
7	MP	Tworzywa i kompozyty polimerowe	20	0	10	0	30	3	N	
7	MT	Zarządzanie i optymalizacja procesów przetwórczych	15	0	10	10	35	4	T	
7	MT	Zarządzanie projektami	10	0	0	10	20	2	N	
7	MT	Zrównoważony rozwój i jakość produkcji	10	0	0	0	10	1	N	
8	MP	Maszyny i narzędzia do przetwórstwa	15	0	0	0	15	2	N	
8	MP	Seminarium dyplomowe (PTiKP)	0	0	0	15	15	2	N	

Przedmioty dodatkowo wybierane w ramach programu studiów zarówno w zakresie przedmiotów wspólnych dla kierunku jak i bloku tematycznego, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZH	Budowanie marki osobistej	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Historia techniki	20	0	0	0	20	3	N	
1	ZH	Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	10	0	0	0	10	2	N	
1	MC	Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	20	0	0	0	20	3	N	
2	MT	Ekonomika produkcji	10	10	0	0	20	2	N	
2	MT	Rachunek kosztów dla inżynierów	10	10	0	0	20	2	N	

3	DJ	Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	DJ	Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	0	20	0	0	20	2	N	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	DJ	Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

6	DJ	Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	0	20	0	0	20	3	T	

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	145 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.	7 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	64 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	6 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Metody 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 weryfikacja osiąganych 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. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału.

4.3 Treści programowe- studia niestacjonarne

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Automatyzacja i robotyzacja procesów przetwórstwa	K_W04, K_U07, K_K06
• Wprowadzenie do przedmiotu. Pojęcia podstawowe i definicje, podstawy budowy elastycznych systemów wytwarzania • Komponenty automatyzacji stanowisk produkcyjnych • Elementy składowe i budowa robotów przemysłowych wykorzystywanych w przetwórstwie, chwytaki robotów przemysłowych stosowanych w przetwórstwie • Charakterystyki funkcjonalne robotów przemysłowych • Zastosowanie robotów w procesach przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych. Problematyka bezpieczeństwa pracy na zrobotyzowanych stanowiskach przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych • Układy współrzędnych i poruszanie robotem Fanuc M10iA • Ustawianie układu współrzędnych narzędzia (TOOL FRAME) i użytkownika (USER) na przykładzie robota Fanuc M10iA • Instrukcje ruchu robota ze sterownikiem R-30iA • Programowanie robota Fanuc M10iA • Programowanie robotów przemysłowych w środowisku Roboguide: przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych: globalnego, przedmiotu i użytkownika	
Autoprezentacja i kompetencje społeczne w zawodzie inżyniera	K_W20, K_U06
• Wprowadzenie do kompetencji społecznych inżyniera. Podstawy komunikacji interpersonalnej. Model komunikacji, bariery komunikacyjne). • Autoprezentacja i budowanie pierwszego wrażenia. Kreowanie spójnego wizerunku. Marka osobista. • Mowa ciała. • Sztuka wystąpień publicznych. Prezentacje techniczne. • Autoprezentacja w sieci. Komunikacja w środowisku zawodowym. • Rozmowa kwalifikacyjna. Radzenie sobie ze stresem. • Praca zespołowa i role w zespole.	
Badania nieniszczące złączy spawanych	K_W04, K_W05, K_W07, K_W08, K_W10, K_W12, K_U04, K_U08, K_U13, K_U18, K_K03
• 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.	
Badania niszczące złączy spawanych	K_W07, K_W08, K_W09, K_W15, K_U02, K_U14, K_U17, K_K01
• Badania niszczące stosowane podczas kształtowania właściwości mechanicznych złączy spawanych • Badania właściwości mechanicznych złączy spawanych w warunkach statycznych i w warunkach dynamicznych • Statyczna próba rozciągania doczołowych złączy spawanych • Statyczna próba rozciągania złączy spawanych krzyżowych i zakładkowych • Statyczna próba zginania złączy spawanych • Dynamiczne próby łamania i udarności materiałów i złączy spawanych • Badania metalograficzne • Badania właściwości mechanicznych złączy spawanych w warunkach statycznych i w warunkach dynamicznych • Statyczna próba rozciągania doczołowych, krzyżowych i zakładnowych złączy spawanych • Badania twardości materiałów i złączy spawanych • Badania metalograficzne makro- i mikroskopowe złączy spawanych i napawanych warstw powierzchniowych	

Badania odlewów	K_W04, K_W05, K_W07, K_W10, K_W12, K_U04, K_U08, K_U13, K_U18, K_K03
• Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne. badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne	
Budowa samochodów	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Wprowadzenie - omówienie karty przedmiotu. Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. Mechaniczne skrzynki biegów. • Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Automatyczne skrzynie biegów. • Wały napędowe, półosie i przeguby. Mosty napędowe. • Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. • Układ hamulcowy. Mechanizmy hamulcowe. Układy uruchamiające hamulce. Urządzenia wspomagające hamowanie. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. • Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. • Zawieszenie samochodu. Budowa zawieszenia – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. • Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. • Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. • Budowa ram i nadwozi. • Budowa kół i ogumienia. • Sprzęgła cierne jedno i wielopłytkowe. • Budowa skrzynki biegów dwuwałkowej. • Budowa skrzynki biegów trójwałkowej. • Budowa skrzynek biegów hydromechanicznych. • Budowa wału, mostu napędowego i mechanizmu różnicowego. • Budowa hydraulicznego układu hamulcowego. • Budowa pneumatycznego układu hamulcowego. • Budowa układu kierowniczego. Przekładnie kierownicze. • Budowa układu kierowniczego. Mechanizmy zwrotnicze. • Budowa zawieszenia. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawieszenia. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszenia.	
CAD w modelowaniu napędów	K_W06, K_U07, K_U17
• Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie • Parametryzacja części i zespołów • Tworzenie i wykorzystanie elementów inteligentnych iPart, iFeautures, iMate, iAssembly • Projektowanie sprzęgła z użyciem generatora połączeń śrubowych lub sworzniowych • Projektowanie wałów maszynowych z użyciem narzędzi projektowania funkcjonalnego. Obliczenia łożysk i wpustów. • Projektowanie przekładni walcowej, stożkowej, ślimakowej, łańcuchowej, pasowej z użyciem generatora przekładni • Projektowanie korpusu, pokryw, tulei • Projekt reduktora z przekładnią jednostopniową walcową • Projekt reduktora z przekładnią planetarną • Modelowanie i analiza wytrzymałościowa konstrukcji ramowych z zastosowaniem generatora ram • Analiza kinematyczna i dynamiczna zespołu. Uzupełnienie dokumentacji studenta	
CAD w projektowaniu narzędzi i wyrobów	K_W01, K_W04, K_W09, K_W11, K_W18, K_W19, K_U07, K_U08, K_K01, K_K04, K_K06
• Zasady konstrukcji wyrobów z tworzyw sztucznych. Projektowanie wyrobów w kontekście złożenia z podziałem na poszczególne elementy - wypraski • Przygotowanie	

konstrukcji wyrobów do formowania wtryskowego. Projektowanie konstrukcji wyrobów oraz narzędzi do procesu termoformowania • Projektowanie wyrobów oraz narzędzi do procesu formowania rozdmuchowego • Zasady konstrukcji form wtryskowych, analiza technologiczności wyrobów z tworzyw sztucznych • Projektowanie gniazd formujących, tworzenie powierzchni podziału gniazd na część stemplową, matrycową o wyższej złożoności technologicznej. Projektowanie gniazd formujących, tworzenie powierzchni podziału gniazd na część stemplową i matrycową. • Dobór korpusów i elementów znormalizowanych form wtryskowych jedno i wielogniazdowych • Projektowanie układów wlewowych. Projektowanie układu usuwania wyprasek z formy. Projektowanie układu chłodzenia • Projektowanie nieskomplikowanej formy wtryskowej wielogniazdowej • Projektowanie formy wtryskowej wielowyrobowej/rodzinnej • Zaliczenie	
Czynnik ludzki w technice	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
• Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - przykłady ergonomii w przemyśle • Charakterystyka środowiska pracy z uwzględnieniem przedmiotów techniki. Omówienie wybranego procesu technologicznego, maszyny lub urządzenia pod kątem bezpieczeństwa i wpływu człowieka na kształtowanie warunków pracy. • Identyfikacja zagrożeń wynikających z zależności człowiek-maszyna-otoczenie. Zwrócenie uwagi na źródło zagrożenia, skutki zagrożeń, a także wdrażanie środków zapobiegawczych. • Przedstawienie, omówienie i pokazanie sposobów nadzoru nad maszynami i uprzędzeniami techniki. Pokazanie prowadzonej dokumentacji oraz przedstawienie w sposób praktyczny skutków niewłaściwego funkcjonowania człowiek-maszyna-otoczenie. • Analiza zdarzeń wypadkowych i awarii występujących przy stosowaniu przedmiotów techniki. Wskazanie najczęstszych przyczyn wypadków i awarii, a także potencjalnych skutków tych zdarzeń. Zwrócenie uwagi na skutki: gospodarcze, społeczne, techniczne i organizacyjne. • Przedstawienie środków ochronnych występujących w relacji człowiek-maszyna-otoczenie. Wskazanie podstawowych zasad pierwszej pomocy względem typowych urazów występujących podczas obsługi maszyn, urządzeń i procesów technologicznych.	
Diagnostyka samochodów	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
• Przedmiot, istota i zadania diagnostyki technicznej pojazdów samochodowych. Klasyfikacja i charakterystyka parametrów diagnostycznych. Stany diagnostyczne. Proces diagnozowania i procedury diagnostyczne. • Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce pojazdów samochodowych. • Diagnostyka układów napędowych i silników spalinowych pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszenia i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych.	
Efektywność energetyczna	K_W01, K_W02, K_W05, K_W11, K_U01, K_U04, K_U07, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01, K_K04
• Audyting energetyczny -podstawowe określenia: definicja audytingu, audyting pełny, rozszerzony. Sposoby podejścia podczas realizacji audytingu. Cel audytingu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego •	

Nakłady i efekty w przedsięwzięciach usprawniających użytkowanie energii. Charakterystyka efektów spowodowanych realizacją przedsięwzięć. Sposoby wskazywania środków finansowych na modernizację. Zmniejszenie kosztów energii. Obliczanie sumarycznych efektów modernizacji • Analiza opłacalności ekonomicznej przedsięwzięć modernizacyjnych instalacji przemysłowych. Obliczanie wskaźników opłacalności. Przepływy pieniężne dla określonych przychodów i wydatków. Stopa dyskontowa i współczynnik dyskontujący. Rzeczywista stopa procentowa. Przepływy finansowe przy finansowaniu ze środków własnych. Przepływy pieniężne przy finansowaniu z udziałem kredytu bankowego. • Badanie opłacalności przedsięwzięć. Metody dyskontowe. Proste metody oceny opłacalności. Wartość bieżąca netto. Wewnętrzna stopa zwrotu. Okres zwrotu nakładów. Koszt wytworzenia jednostki energii • Analiza wrażliwości kosztów i efektów. Niepewność wynikająca z nakładów inwestycyjnych. Metody uwzględniania ryzyka-jednoparametrowa analiza wrażliwości. Przykłady oceny opłacalności –obliczanie wartości bieżącej netto przy znanych przepływach pieniężnych. Zastosowanie okresu zwrotu nakładów • Potencjał oszczędności energii. Charakterystyka budynków: stropodachy, dachy, ściany zewnętrzne, drzwi, systemy grzewcze i wentylacyjne. Przyczyny strat ciepła • Elementy fizyki budowli. Mikroklimat pomieszczeń, temperatura obliczeniowa otoczenia budynku, przepływ ciepła przez przegrody. Przenikanie ciepła przez przegrody budowlane. Straty ciepła przez przegrody. Kondensacja pary. Wymiana powietrza w budynku. Bilans cieplny budynku. Systemy ogrzewania • Cel i zakres audytingu. Metodyka. Kryteria oceny. Podstawowe dane techniczne. Opis konstrukcji budynku. Instalacje grzewcze, wentylacyjne –inwentaryzacja. Ocena aktualnego stanu technicznego. Określenie zapotrzebowania na moc grzewczą i sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania. Określenia zapotrzebowania energii dla cwu. Opłaty za ogrzewanie i cwu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Określanie nakładów inwestycyjnych. Wyniki analizy opłacalności • Ocena stanu technicznego i inwentaryzacja. Sporządzenie opisu konstrukcji. System grzewczy budynku • Obliczanie zapotrzebowania na moc grzewczą oraz kosztów ogrzewania • System wentylacyjny budynku-określenie zapotrzebowania powietrza wentylacyjnego • Bilans energetyczny wybranego obiektu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii • Analiza opłacalności przedsięwzięć. Nakłady inwestycyjne	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Wprowadzenie - omówienie karty przedmiotu. Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. • Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. • Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. • Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. • Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Analiza i ocena szkodliwych czynników występujących w środowisku związanych z działalnością człowieka oraz ich wpływ na ekosystemy. Zanieczyszczenia gazowe i pyłowe. • Hałas. Rozwiązania minimalizujące szkodliwe oddziaływanie na środowisko. • Zajęcia podsumowujące cykl kształcenia. Podanie ocen końcowych.	
Ekonomiczne aspekty działalności przedsiębiorstw	K_W11, K_U12, K_K04

• Wprowadzenie do przedmiotu. Zasoby majątkowe przedsiębiorstwa. Kapitały własny i obcy. • Wynik przedsiębiorstwa. • Zaliczenie.	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
• Rozwój samochodowych urządzeń elektrycznych. Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Regulatory napięcia Prądnico-rozruszniki. Rozruszniki elektryczne. Metody i urządzenia ułatwiające rozruch silnika spalinowego Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Zintegrowane systemy zapłonu i wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Wtrysk paliwa gazowego. Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Adaptacyjne systemy oświetlenia w pojazdach samochodowych. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). Elektryczne wyposażenie dodatkowe pojazdu (wycieraczki, spryskiwacze, sygnalizacja dźwiękowa). Urządzenia elektronicznego wyposażenia dodatkowego poprawiające bezpieczeństwo czynne pojazdu (ABS, ASR, systemy kontroli trakcji). • Organizacja laboratorium oraz stanowiskowe szkolenie BHP. Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badania urządzeń ułatwiających rozruch. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie iskrowym. Badanie elementów układu wtryskowego silnika o zapłonie samoczynnym. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie kierunkowskazów. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. Badanie sygnału dźwiękowego pojazdu samochodowego. Badanie wycieraczek i spryskiwaczy samochodowych. Lokalizacja uszkodzeń w instalacji elektrycznej pojazdu. Zaliczenie laboratorium.	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
• Podstawy mechaniki kwantowej, budowa atomu, zjawisko fotoelektryczne • Właściwości magnetyczne materiałów • Właściwości elektryczne metali • Przepływ ciepła w metalach i stopach, ciepło właściwe, pojemność cieplna • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach, ciepło właściwe • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13, K_U20
• Cel i zakres grafiki inżynierskiej. Dokumentacja techniczna. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Metody rzutowania: europejska i amerykańska. Rodzaje rzutów. • Powierzchnie (walcowe/stożkowe) i wielościany: rzuty, rozwinięcia, przekroje, przenikanie, punkty przebicia prostą. • Wymiarowanie. Ogólne zasady wymiarowania. Sposoby wymiarowania. Tolerancje wymiarów. Pasowania. Tolerancje geometryczne. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn. • Połączenia części maszyn: rozłączne i nierozłączne. Zaliczenie treści wykładowych. • Praca na zajęciach (na ocenę): rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Konstrukcje geometryczne. Praca kontrolna nr 1 (na zaliczenie):	

konstrukcje geometryczne. • Praca na zajęciach (na ocenę): przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna nr 2 (na zaliczenie): przenikanie figur geometrycznych. • Praca na zajęciach (na ocenę): przekroje złożone stopniowe/łamane na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych z uwzględnieniem wymiarowania. • Praca na zajęciach (na ocenę): element prosty na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych z uwzględnieniem wymiarowania i tolerancji wymiarów.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13, K_U20
• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. • Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. • Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe. • Schematy w rysunku technicznym. Zaliczenie treści wykładowych. • Praca na zajęciach (na ocenę): wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja z uwzględnieniem wymiarowania, tolerancji wymiarów i chropowatości powierzchni. • Praca na zajęciach (na ocenę): wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem z uwzględnieniem wymiarowania, tolerancji wymiarów, chropowatości powierzchni i tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 1 (na zaliczenie): połączenia śrubowe. • Praca na zajęciach (na ocenę): wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy z uwzględnieniem wymiarowania, tolerancji wymiarów, chropowatości powierzchni, tolerancji geometrycznych i oznaczeniem obróbki powierzchni. Praca kontrolna nr 2 (na zaliczenie): wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. • Praca na zajęciach (na ocenę): wykonanie rysunków wykonawczych na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: 1) pokrywa z uwzględnieniem wymiarowania, tolerancji wymiarów, chropowatości powierzchni, tolerancji geometrycznych i oznaczeniem obróbki powierzchni oraz 2) korpus z uwzględnieniem wymiarowania, tolerancji wymiarów, chropowatości powierzchni, tolerancji geometrycznych i oznaczeniem obróbki powierzchni. • Praca na zajęciach (na ocenę): wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate z uwzględnieniem wymiarowania, tolerancji wymiarów, chropowatości powierzchni, tolerancji geometrycznych i oznaczeniem obróbki powierzchni. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.	
Inżynieria pojazdów w systemach CAD/CAM	K_W05, K_W06, K_U07, K_U09, K_U15, K_K03
• Wprowadzenie do zajęć. Przedstawienie zakresu tematycznego projektów. Warunki zaliczenia. Zapoznanie studentów ze stosownymi przepisami/regulaminami. • Zapoznanie się ze środowiskiem oprogramowania CAD. Poznanie interfejsu. Zarządzanie plikami. • Podstawy modelowania 3D. • Modelowanie bryłowe. • Operacje modelowania powierzchniowego i hybrydowego. • Definiowanie złożeń zespołów. • Korzystanie z zewnętrznych bibliotek części znormalizowanych. Tworzenie dokumentacji 2D. • Obróbka skanów 3D. • Obróbka skanów 3D c.d. • Analiza kinematyczna mechanizmu. • Analiza wytrzymałościowa części z użyciem MES.	
Inżynieria wytwarzania i eksploatacji pojazdów	K_W05, K_W06, K_W10, K_U06, K_U08, K_U16, K_K01, K_K03

• Wprowadzenie do zajęć - tematyka i zasady zaliczenia. Podstawowe procesy i techniki wytwarzania części samochodowych. Materiały konstrukcyjne stosowane w pojazdach samochodowych. Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna części samochodowych. Wytwarzanie i zastosowanie eksploatacyjne nowoczesnych powłok części samochodowych. Metrologia i kontrola zgodności produkcji w motoryzacji. Technologie montażu w motoryzacji. Podstawowe zasady eksploatacji pojazdów. Procesy obsługi technicznej pojazdów. Metody oceny stanu technicznego pojazdów i ich podzespołów. Procesy i weryfikacja zużycia części samochodowych. Technologie napraw i regeneracji części samochodowych. Dokumentacja techniczno-ruchowa i serwisowa.pojazdów. Katalogowanie konstrukcji pojazdów i ich podzespołów. Zaopatrywanie eksploatacyjne - systemy dystrybucji materiałów eksploatacyjnych i części zamiennych. Zaliczenie zajęć wykładowych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych - tematyka i zasady zaliczenia. Projektowanie bryłowe 3D części samochodowych z uwzględnieniem technologiczności konstrukcji. Zastosowanie narzędzi inżynierii odwrotnej w procesach naprawy i rekonstrukcji pojazdów. Ocena jakości poprodukcyjnej i zużycia powierzchni części pojazdów samochodowych - parametry mikrostruktury geometrycznej. Ocena właściwości tribologicznych wybranych powłok części samochodowych. Ocena stanu technicznego i identyfikacja uszkodzeń wybranych podzespołów i elementów samochodowych. Realizacja procesu naprawy wybranego elementu/podzespołu pojazdu. Analiza dokumentacji serwisowej i konstrukcyjnej pojazdu - realizacja procesu zaopatrywania w części zamienne ze pomocą systemów informatycznych. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych.	
Komputerowe modelowanie układów napędowych	K_W05, K_W06, K_U04, K_U08, K_U09, K_U20, K_K03
• Nauka modelowania termodynamicznego silnika spalinowego w oparciu o najnowsze technologie w branży motoryzacyjnej	
Krystalizacja stopów	K_W04, K_W07, K_W14, K_U08, K_U10, K_U17
• Wiadomości wstępne: siła pędna, równowagowa temperatura krystalizacji i równowagowy współczynnik rozdziału składnika. • Zarodkowanie kryształów: homogeniczne, heterogeniczne i dynamiczne. Wzrost kryształów. Front krystalizacji i jego trwałość. • Krystalizacja objętościowa i kierunkowa. Wpływ gradientu temperatury na segregację składnika, topienie strefowe. • Warunki i sekwencja przejścia od płaskiego do dendrytycznego frontu krystalizacji. • Modyfikacja stopów. Krystalizacja eutektyk i ich klasyfikacja. Szybka krystalizacja. Kształtowanie pierwotnej struktury odlewu. • Badanie wpływu grubości ścianki na szybkość krzepnięcia odlewu. Wpływ stanu fizykochemicznego ciekłego metalu na krystalizację stopów Fe-C. • Badanie wpływu rodzaju materiału i temperatury formy na krystalizacje żeliwa. Kształtowanie struktury żeliwa drogą modyfikacji. • Wpływ modyfikacji na krystalizację stopów Al-Si. • Określenie wpływu parametrów zalewania na krystalizację stopów Fe-C z wykorzystaniem analizy termicznej i różniczkowej. • Kształtowanie mikrostruktury odlewów przez nadtapianie i szybką krystalizację.	
Maszyny i narzędzia do przetwórstwa	K_W04, K_W07, K_W09, K_K04
• Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach przygotowania tworzyw do przetwórstwa • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach wytłaczania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach wtryskiwania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach wytłaczania i wtryskiwania z rozdmuchem •	

Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach termoformowania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach prasowania • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach odlewania rotacyjnego • Urządzenia i oprzyrządowanie w procesach specjalnych (np. w produkcji kompozytów polimerowych) • Urządzenia i oprzyrządowanie stosowane w procesach recyklingu tworzyw polimerowych	
Maszyny i urządzenia odlewnicze	K_W06, K_W09, K_W10, K_U08, K_U10, K_U17
• Wiadomości wstępne. Urządzenia do przygotowania mas formierskich i rdzeniowych. • Urządzenia do regeneracji mas formierskich i rdzeniowych. Maszyny formierskie. • Automaty formierskie i zautomatyzowane linie odlewnicze. Piece do topienia i uszlachetniania ciekłego metalu. • Transport wewnętrzny w odlewni. Urządzenia do specjalnych technologii odlewniczych. • Mechanizacja i automatyzacja procesu zalewania form. • Urządzenia do wybijania odlewów. Urządzenia do oczyszczania i wykańczania odlewów. • Obieg materiałów formierskich w odlewni. Maszyny ,urządzenia i procesy do przygotowania materiałów i mas formierskich oraz rdzeniowych. Maszyny i urządzenia do procesu regeneracji masy zużytej, dobór urządzeń, klasyfikatory pneumatyczne. Urządzenia fluidyzacyjne w procesach suszenia, chłodzenia i transportu materiałów formierskich w odlewnictwie. • Maszyny do wykonywania form i rdzeni. Urządzenia do zalewania ciekłego metalu. Maszyny do wybijania i oczyszczania odlewów. Podstawy zagadnień związanych z urządzeniami do technologii odlewania w formach trwałych	
Maszyny sterowane NC	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U15, K_U17
• Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia prowadnicowe w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, prace badawcze dotyczące obrabiarek • Rozwiązywanie zadań na temat obrabiarek • Podsumowanie i omówienie pytań na egzamin. • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Opracowanie planu przeglądów obrabiarki. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach i frezarkach CNC. • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury	

lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrobionego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych).	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19, K_U20
• Definicja i rodzaje maszyn technologicznych. Podstawowe zespoły maszyn obróbkowych. Cechy techniczno-użytkowe maszyn obróbkowych. Układ funkcjonalny maszyny. Kształtowanie powierzchni i podział ruchów w maszynach obróbkowych. Układ kształtowania, konstrukcyjny i kinematyczny maszyn obróbkowych. Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne obrabiarek: tokarek, wiertarek, frezarek. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, metody obróbki uzębień kół walcowych, dłutownice Maaga, dłutownice Fellowsa, frezarki obwiedniowe. Obrabiarki do uzębień: parametry obróbki, struktura programowania ręcznego i dialogowego frezowania obwiedniowego. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne obrabiarek: przecinarek, strugarek, dłutownic, przeciągarek. Obrabiarki sterowane numerycznie CNC, centra obróbcze CNC. Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne szlifierek. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne, podział i możliwości technologiczne obrabiarek erozyjnych: elektroerozyjnych, elektrochemicznych, wodnościernych. Struktura programowania ręcznego i parametry obróbki wycinania elektroeozyjnego WEDM. • Weryfikacja wiedzy w formie zaliczenia pisemnego. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Tokarka pociągowa uniwersalna: przygotowanie nastaw maszyny do wykonania obróbki z posuwami roboczymi i gwintowymi. Przykłady obróbki wykonane na maszynie. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: podstawy programowania ręcznego oraz dobór parametrów obróbki frezowania obwiedniowego kół zębatych walcowych. Porównanie programowania ręcznego i dialogowego obrabiarki CNC. Przykłady obróbki wykonane na maszynie. • Wycinarka elektroerozyjna WEDM: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Wycinarka elektroerozyjna WEDM: podstawy programowania ręcznego i dobór parametrów obróbki elektroerozyjnej na przykładzie wycinarki elektroeozyjnej WEDM. Przykłady obróbki wykonane na maszynie.	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. • Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.	
Matematyka 1	K_W01, K_U09

• Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. • Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09
• Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów.	
Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	K_W05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
• Rola i zadania układów zasilania silników spalinowych. Układy zasilania silników o zapłonie iskrowym - kryteria podziału i klasyfikacja. Zintegrowane systemy paliwowe i zapłonowe. Układy zasilania silników o zapłonie samoczynnym - kryteria podziału i klasyfikacja. Rodzaje i budowa pomp wtryskowych. Rodzaje i budowa wtryskiwaczy. Rodzaje i budowa pompowtryskiwaczy. Wysokociśnieniowe systemy wtrysku paliwa (m.in. Common Rail, HEUI, CELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych • Pomiar skuteczności oczyszczania, chłonności i oporów przepływu wkładów filtrów powietrza. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego benzyny. Pomiar wydatku wtryskiwacza silnika z zapłonem iskrowym. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego silnika wysokoprężnego. Ocena parametrów wtryskiwacza silnika z zapłonem samoczynnym. Ocena parametrów pompy wysokiego ciśnienia układu Common Rail.	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
• Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrystalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne • Metaliczne materiały spiekane • Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi • Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej.	

Kontrola jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sil, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sil, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń.	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, chrakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa.	

• Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady.	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ściśliwość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirowe. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotametr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sil. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody oblicznia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Lavala. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniowa. Opór falowy.	
Metalurgia procesów spawalniczych	K_W04, K_W07, K_W10, K_U02, K_U14, K_U17, K_K01
• Spawalnicze źródła ciepła. Wpływ łuku na kształtowanie się jeziorka spawalniczego • Podstawy metalurgii procesów spawalniczych. Procesy metalurgiczne Procesy cieplne spawania łukiem elektrycznym, plazmowym, wiązką elektronową i wiązką laserową • Procesy metalurgiczne przebiegające podczas spawania elektrodami otulonymi, łukiem	

krytym, drutem z rdzeniem proszkowym i metodami GTAW oraz GMAW • Rola żużla, topników, gazów osłonowych oraz formujących w procesach spawania stali i metali nieżelaznych • Odtlenianie, odsiarczanie oraz odfosforowanie spoin • Azot i wodór w złączach spawanych oraz sposoby ich usuwania • Pękanie połączeń spawanych. Przyczyny i rodzaje pęknięć, mechanizm ich przebiegu, zapobieganie ich powstawaniu. • Bilans cieplny w procesie spawania, kształtowanie się złącza spawanego z zastosowaniem różnych strumieni skoncentrowanego ciepła oraz topników (A-TIG) • Doświadczalne i obliczeniowe metody określania spawalności stali • Analityczne określenie struktury złączy spawanych z użyciem programu MATSPAW • Analityczne metody zasadowości żużli i topników spawalniczych • Oznaczanie zawartości wodoru w złączach spawanych wykonywanych różnymi metodami spawania	
Metody odlewania	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
• Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe, Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe. • Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.	
Metodyka studiowania	K_W09, K_U03, K_U06
• Wprowadzenie do studiowania na uczelni technicznej. Organizacja procesu studiowania oraz metody efektywnego uczenia się i planowania pracy własnej studenta. • Źródła informacji naukowej i technicznej. Zasady wyszukiwania, selekcji i krytycznej analizy literatury naukowej oraz przygotowywania opracowań i prezentacji o charakterze akademickim. • Etyczne, społeczne i prawne aspekty działalności zawodowej inżyniera, w tym zasady rzetelności naukowej i poszanowania własności intelektualnej.	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość powierzchni. • Pomiary wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiary odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiary chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie.	
Modelowanie procesów produkcyjnych	K_W05, K_W07, K_W14, K_U04, K_U09, K_U17, K_U18, K_K04
• Cele modelowania procesów produkcyjnych. Dyskretne systemy produkcyjne jako obiekt modelowania. Klasyfikacja procesów produkcyjnych. Przegląd metod modelowania procesów produkcyjnych. Podstawowe elementy teorii sieci Petri. Algebraiczna i graficzna reprezentacje sieci. Dynamika sieci Petri. Klasyfikacja sieci Petriego. • Czasowe sieci Petriego. Sieci deterministyczne i stochastyczne. Przykłady zastosowań czasowych sieci Petriego do modelowania i oceny wydajności systemów produkcyjnych. Kolorowe sieci Petriego. • Wprowadzenie do symulacji dyskretnej.	

Symulacja z ustalonym taktem czasowym oraz symulacja zdarzeniowa. Podstawowe etapy budowy modelu symulacyjnego. Implementacja symulacji komputerowej systemów zdarzeń dyskretnych. Planowanie eksperymentów symulacyjnych • Modelowanie i symulacja procesu montażu z wykorzystaniem teorii grafów.Budowa grafu powiązań, macierz incydencji. • Wprowadzenie do metody dynamiki systemów. Związki przyczynowo - skutkowe i wzorce zachowań. • Modelowanie i symulacja procesów produkcyjnych, procesów montażu oraz obsady stanowisk metodą dynamiki systemów, analiza przepływu materiałów. Podsumowanie wykładu. • Podstawy modelowania za pomocą sieci Petri. Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą aparatu sieci Petri. • Modelowanie gniazda produkcyjnego w Enterprise Dynamics. Realizacja eksperymentów symulacyjnych w Enterprise Dynamics. • Tworzenie diagramów przyczynowo-skutkowych oraz diagramów strukturalnych w programie Vensim. • Modelowanie i analiza procesu produkcyjnego i przepływu materiałów metodą dynamiki systemów. • Modelowanie i analiza procesów montażu i obsady stanowisk metodą dynamiki systemów. • Sprawdzian zaliczeniowy, część praktyczna.	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwomechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyny; sprzężenie mechaniczne i przez układ sterowania; sztywność kinematyczna sprzężenia. Interpolacja – rodzaje i realizacja. • Podział układów sterowania obrabiarek. Osie współrzędnych i struktury ruchowe w obrabiarkach sterowanych numerycznie. Sterowanie komputerowe obrabiarek. Komputerowe układy sterowania CNC. Układu CNC o strukturze klasycznej, rozproszonej i otwartej. • Podstawowe układy sterujące. Programowalne sterowniki logiczne PLC. Podstawy sterowania numerycznego. Struktura funkcjonalna sterowania numerycznego. • Charakterystyki mechaniczne serwonapędu osi sterowanej ruchu prostoliniowego. • Badanie charakterystyk statycznych i dynamicznych napędu z silnikiem skokowym. • Symulacja i budowa układów hydrostatycznych. Badanie charakterystyk mechanicznych układów hydrostatycznych. • Programowanie napędów posuwu obrabiarek sterowanych numerycznie.	
Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03
• Ogólna klasyfikacja naprężeń i odkształceń w połączeniach spawanych. Odkształcenia w cyklu cieplnym spawania. • Zmiany zachodzące w metalu podczas wykonywania spoin	

wielowarstwowych ze złożonym cyklem cieplnym. • Rozkład naprężeń cieplnych powstających przy spawaniu. • Oddziaływanie naprężeń własnych z naprężeniami zewnętrznymi. • Sposoby obniżania naprężeń powstających podczas spawania • Odkształcenia spawalnicze liniowe. • Odkształcenia spawalnicze podłużne i określenie skurczu poprzecznego. • Wyznaczenie wartości odkształceń połączeń spawanych blach stalowych spawanych gazowo, łukowo elektrodami otulonymi w atmosferze gazów.	
Obliczanie przekładni zębatych wg ISO	K_W06, K_U01, K_U13
• Projektowanie współczesnych przekładni zębatych według metodyki ISO. Konstrukcja kół i przekładni. Wytrzymałość zazębienia. Metody A, B i C obliczeń wytrzymałościowych, zakres stosowania. Obliczanie nośności kół zębatych walcowych o zębach prostych i śrubowych. Przenoszenie obciążenia przez zazębienie. Wytrzymałość zazębienia na naciski powierzchniowe (pitting). Wytrzymałość uzębienia na złamanie u podstawy. Obliczenia przekładni zębatej na zatarcie. Metoda temperatury błyskowej. Wpływ smarowania na odporność na zatarcie. Odporność przekładni na zagrzanie. Bilans cieplny przekładni. • Projektowanie przekładni w zakresie nośności. Dobór współczynników dla różnych warunków pracy przekładni, analiza nośności w odniesieniu do klasy wykonania uzębień. • Projektowanie przekładni w zakresie wytrzymałości na naciski powierzchniowe. Obliczanie współczynnika bezpieczeństwa, dobór współczynników określających wytrzymałość na pitting i ich analiza. • Projektowanie przekładni w zakresie wytrzymałości na złamanie u podstawy zęba. Zagadnienia doboru materiałów na koła zębate w kontekście wytrzymałości przekładni. • Obliczanie przekładni na zatarcie dla metody temperatury błyskowej. Obliczenia średniej temperatury kontaktu. Uzupełnienie dokumentacji studenta.	
Obrabiarki CNC	K_W04, K_W05, K_W06, K_W09, K_W10, K_W14, K_W16, K_W17, K_U01, K_U08, K_U14, K_U15, K_U16, K_K01, K_K03
• Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia prowadnicowe w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, prace badawcze dotyczące obrabiarek • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Opracowanie planu przeglądów obrabiarki. • Badanie sztywności wybranych zespołów. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Obsługa magazynów narzędziowych. • Konfiguracja	

i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na szlifierkach CNC. • Katalogowy dobór wybranych zespołów obrabiarki • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrobionego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). • Rozwiązywanie wybranych zadań z zakresu MEK2/MEK3, poprawa niezaliczonych prac.	
Obrabiarki sterowane NC	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U17
• Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia prowadnicowe w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, omówienie pytań na egzamin • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Badanie sztywności wybranych zespołów. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrobionego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych).	
Obróbka cieplna złączy spawanych	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03
• Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyżarzania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. • Mechanizm relaksacji naprężeń. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. • Wpływ wyżarzania odprężającego na właściwości stali. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzające w zakresie dwufazowym. Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w podwyższonej temperaturze. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. Wyżarzanie odprężające złączy spawanych. • Wpływ wyżarzania na zmiany twardości i mikrostruktury złączy spawanych.	

Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
• Wprowadzenie do obróbki ubytkowej. Klasyfikacja metod kształtowania części maszyn. Podstawowe pojęcia. Różnice pomiędzy skrawaniem a ścieraniem. Podstawy fizykalne procesu skrawania. Strefy skrawania i zjawiska w nich występujące. Kinematyka skrawania. Klasyfikacja i charakterystyka wiórów. Budowa wiórów. Spęczenie wiórów. Łamanie wiórów. Budowa łamaczy wiórów. Kształty wiórów. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Zjawisko zgniotu warstwy wierzchniej w obróbce skrawaniem. Wpływ parametrów procesu na zjawisko zgniotu. Zjawisko narostu. Wpływ zjawiska narostu na proces obróbki, przedmiot obrabiany oraz narzędzie. • Siła skrawania. Wzory do obliczania siły skrawania. Składowe siły skrawania. Praca i moc skrawania. Wyznaczanie mocy skrawania. Ciepło skrawania. Rozkład temperatur w strefie skrawania. Bilans cieplny procesu skrawania. Wpływ parametrów procesu na bilans ciepła. • Drgania w procesie skrawania. Rodzaje zużycia ostrza skrawającego. Charakterystyka i formy zużycia ściernego. Przykłady rodzajów zużycia ostrza. Wpływ warunków skrawania na zużycie ostrza. Kryteria stępienia ostrza. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. Wskaźniki skrawalności. Klasyfikacja materiałów pod względem skrawalności. Rola chłodziw w procesie skrawania. Sposoby doprowadzenia chłodziwa do strefy skrawania. • Ogólna budowa i klasyfikacja narzędzi skrawających. Elementy składowe ostrza skrawającego. Układy odniesienia. Wyznaczanie geometrii ostrza wybranych narzędzi skrawających. Definicje płaszczyzn i kątów. • Materiały narzędziowe. Klasyfikacja i porównanie materiałów narzędziowych. Charakterystyka stali szybkotnących. Klasyfikacja i zastosowanie węglików spiekanych. Charakterystyka ceramiki narzędziowej. Zastosowanie materiałów supertwardych. Budowa i wytwarzanie powłok ochronnych na narzędzia skrawające. • Charakterystyka i klasyfikacja procesu toczenia. Parametry technologiczne toczenia. Warstwa skrawana w toczeniu. Budowa i zastosowanie narzędzi tokarskich. Badania procesu łamania wiórów. Badania procesu spęczania wiórów. Pomiary chropowatości powierzchni po toczeniu. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Charakterystyka i klasyfikacja procesu frezowania. Odmiany frezowania. Parametry technologiczne frezowania. Warstwa skrawana w frezowaniu. Budowa i zastosowanie narzędzi frezarskich. Typy ostrzy frezów. Pomiary chropowatości powierzchni po frezowaniu. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Charakterystyka i klasyfikacja procesów obróbki otworów. Parametry technologiczne wiercenia, rozwiercania i pogłębiania. Warstwa skrawana w wierceniu, rozwiercaniu i pogłębianiu. Budowa i zastosowanie narzędzi do obróbki otworów. Pomiary dokładności otworów po obróbce. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Charakterystyka i klasyfikacja procesów szlifowania. Parametry technologiczne szlifowania wałków, otworów i płaszczyzn. Budowa i oznaczanie ściernic. Przygotowanie ścienic do pracy. Charakterystyka procesu obciągania ściernic. Pomiary dokładności przedmiotów po szlifowaniu. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Geometria ostrzy narzędzi skrawających. Budowa ostrza. Określanie geometrii narzędzi tokarskich. Pomiar kątów ostrza. • Obróbka erozyjna: obróbka elektroerozyjna, obróbka laserowa, obróbka strugą wodno-ścierną. Charakterystyka i parametry procesów. Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Zastosowanie aplikacji komputerowych do doboru narzędzi i parametrów obróbki. Dobór narzędzi do wybranego zadania obróbkowego.	
Obsługa i eksploatacja pojazdów hybrydowych	K_W05, K_W10, K_U06, K_U08, K_U14, K_K01

• Zasady bezpieczeństwa podczas obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia. • Opis budowy i działania pojazdów wyposażonych w hybrydowe układy napędowe. • Napęd elektryczny i pokładowa sieć elektryczna pojazdów hybrydowych. • Aparatura i urządzenia stosowane w obsłudze i eksploatacji pojazdów hybrydowych. • Opis obsługi i eksploatacji pojazdów wyposażonych w hybrydowe układy napędowe. • Stosowanie zasad bezpieczeństwa podczas obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia. • Odłączanie układu wysokiego napięcia, pomiar rezystancji izolacji, pomiar wyrównywania potencjałów oraz wykonywanie czynności obsługowych dotyczących elementów układu wysokiego napięcia na przykładzie wymiany baterii. • Ładowanie i rozładowywanie oraz testowanie baterii wysokonapięciowych, przechowywanie i przewożenie baterii wysokonapięciowych. • Obsługa klimatyzacji w pojazdach zasilanych wysokim napięciem. • Procedury dotyczące mycia silnika, prac lakierniczych, holowania i wycofania z eksploatacji pojazdów zasilanych wysokim napięciem.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Odlewnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Podział procesów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. nadlewy. Ochładzalniki. • Piece odlewnicze. Modelarstwo. materiały formierskie. • Technologie odlewnicze (odlewanie w formie piaskowej, odlewanie kokilowe, odlewanie ciśnieniowe, odlewanie precyzyjne) • Formowanie modelu dzielonego i niedzielonego. • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem	
Oprzyrządowanie technologiczne	K_W05, K_W17, K_U07, K_U10, K_U17, K_K04
• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Oprzyrządowanie technologiczne – podział, zalety stosowania, zagadnienia bazowania i oznaczania elementów ustalających i mocujących. Przegląd obrabiarek ze zwróceniem uwagi na wyposażenie standardowe i specjalne oraz opis konstrukcji stołów i wrzecion. Rozwiązania konstrukcyjne stołów i końcówek wrzecion obrabiarek. Elementy uchwytów obróbkowych, zasady ustalania, ustalanie płaszczyznami. Ustalanie powierzchniami walcowymi zewnętrznymi i wewnętrznymi, powierzchniami kształtowymi. Elementy mocujące uchwytów, zamocowania gwintowe, klinowe, mimośrodowe i krzywkowe. Elementy ustalające i prowadzące narzędzia, elementy i mechanizmy podziałowe. • Omówienie cech uchwytów specjalnych, prezentacja uchwytów. Omówienie ogólnych zasad projektowania uchwytów obróbkowych, przedstawienie przykładu praktycznego. Wydanie tematów projektów. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.	
OZE w transporcie	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03

• Techniki czystego spalania – ograniczenie emisji składników toksycznych w urządzeniach przemysłowych. Spalanie w złożu fluidalnym. Oczyszczanie paliwa – metody oczyszczania węgla. • Oczyszczanie spalin. Metody odpylania spalin – odpylacze suche, mokre, filtry, elektrofiltry. Usuwanie ze spalin toksycznych składników gazowych – usuwanie NOx, usuwanie tlenków siarki. • Czyste technologie węglowe. Zgazowanie węgla. Gaz syntezowy. Układy gazowo-parowe z kotłami fluidalnymi. Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla. • Wykorzystanie biomasy jako surowca energetycznego. Pojęcie i rodzaje biomasy. Biomasa stała, ciekła i gazowa. Cechy charakterystyczne biomasy, zasoby – drewno, słoma, osady ściekowe. Właściwości energetyczne biomasy. • Zgazowanie biomasy. Synteza metanolu i jego zastosowanie. Metanol i jego pochodne w paliwach. Wytwarzanie metanolu z biomasy. • Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem biomasy i synteza metanolu. Etanol jako ciekła forma biomasy. • Biogaz jako źródło energii odnawialnej. Mechanizm powstawania biogazu. Źródła i technologie pozyskiwania biogazu. Energetyczne wykorzystanie biogazu. Małe układy CHP na biogaz. • Biopaliwa. Bilans energetyczny pozyskiwania biopaliw. Pojęcie paliw formowanych – ogólne informacje. „Spalanie” paliw w ogniwach paliwowych. Klasyfikacja ogniw paliwowych. • Analiza składu paliw gazowych. • Określanie wilgotności biomasy. • Wyznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych. • Wyznaczanie ciepła spalania lekkich paliw ciekłych. • Wyznaczanie stałej bomby kalorymetrycznej. • Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej biomasy stałej za pomocą bomby kolorymetrycznej. • Automatyczny pomiar ciepła spalania paliw stałych. • Zaliczenie laboratorium.	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, podstawowe pojęcia. Podstawowe struktury układów sterowania. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki i tworzenia modeli matematycznych i symulacyjnych układów i elementów. • Matematyczny opis członów i układów dynamicznych i statycznych w zagadnieniach sterowania • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, charakterystyki czasowe i częstotliwościowe, metody symulacyjne • Stabilność układów automatycznej regulacji. Metody określania stabilności układów liniowych. • Struktury układów automatycznego sterowania. Schematy blokowe. Regulatory - podstawy • Automat skończony. Sterownik PLC. • Charakterystyki podstawowych elementów dynamicznych, korekta charakterystyki częstotliwościowej. Metody syntezy regulatorów. Kryteria jakości regulacji i sterowania. • Wybrane zagadnienia zaawansowanych systemów sterowania • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytaki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Wyznaczanie liczby stopni swobody schematów kinematycznych manipulatorów oraz dobór ilości i rodzajów napędów • Elementy układu sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór	

regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania	
Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U15, K_K04
• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. • Proces techniczny i jego składowe. Zastosowanie modeli teoretycznych do opisu eksploatacji. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. • Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługiwania maszyny technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny.	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W05, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U09, K_U15, K_K04
• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskaźniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Nastawialność. Trwałość maszyn. • Opis techniczny wybranego obiektu. Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługiwania maszyny technologicznej.	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy,rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa,	

zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Pomiar wielkości elektrycznych • Silniki elektryczne • Diody, tranzystory • Elementy optoelektroniczne • Układy cyfrowe, podsumowanie.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
• Podział elemntów maszyn, obciązenia w budowie maszyn, , zjawisko zmeczenia materiałów, obliczenia zmeczeniowe • Połaczenia w budowie maszyn: klasyfikacja połaczeń, połaczenia nierozłączne- połaczenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia • Połaczenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zyskowności, sprawności i samohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połaczeń gwintowych, typowe ptzypadki obciążenia srub • Połaczenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stana naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn śrubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje ,zastosowanie, zasady doboru. • Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łozysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia nierozłączne i rozłączne oraz wykonać rysunek złożeniowy i rysunki wykonawcze wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować wał maszynowy wraz z podporami według zadanego schematu oraz wykonać rysunek złożeniowy fragmentu zespołu z wałem i rysunki wykonawcze wskazanych części. • Montaż zębatych przekładni mechanicznych	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
• Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły miedzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn • Projekt przekładni mechanicznej (ze sprzęgłem) oraz wykonanie rysunku złożeniowego zespołu i rysunków wykonawczych wskazanych części.	
Podstawy mechatroniki	K_W04, K_W06, K_U01, K_U06, K_U09

• Istota mechatroniki, definicje, określenia, cechy wyróżniające urządzenia i systemy mechatroniczne, specyfika projektowania i realizacji urządzeń mechatronicznych • Główne komponenty urządzeń i systemów mechatronicznych, synergia rozwiązań mechatronicznych • Zasady innowacyjnego projektowania systemów mechatronicznych z wykorzystaniem wspomagania komputerowego • Zasdnicze podzespoły mechaniczne w urządzeniach machatronicznych • Podstawowe człony wykonawcze i sterujące pneumatyczne w urządzeniach mechatronicznych • Struktura i zasady sterowania podzespołów hydraulicznych w urządzeniach mechatronicznych • Wykonawcze człony elektryczne i zasada ich sterowania w zintegrowanej strukturze urządzeń mechatronicznych • Elektroniczna technika cyfrowa, mikroprocesory w systemach mechatronicznych • Zasady wykorzystania sterowników PLC w projektowaniu i eksploatacji systemów mechatronicznych • Podstawy techniki automatycznej regulacji w zastosowaniach mechatronicznych • Oprzyrządowanie pomiarowe wykorzystywane w systemach mechatronicznych • Interfejs, sieci komunikacyjne w systemach mechatronicnych • Wybrane przykłady urządzeń mechatronicznych. • Wprowadzenie do zajęć , ogólna charakterystyka urządzeń mechatronicznych, które będą wykorzystywane w ćwiczeniach laboratoryjnych. • Rozwiązania mechatroniczne w mobilnym robocie Mobot-Explorer A1 • Budowa, działanie 3-kołowego robota mobilnego AmigoBot. • Rozwiązania mechatroniczne w robortach przemysłowych IRb-140 i IRb-160 f-my ABB. • Budowa obrabiarek sterowanych numerycznie, rozwiazania mechatroniczne w obrabiarce. • Rozwiązania mechatroniczne w pojazdach samochodowych. • Prezentacja samodzielnie opracowanych informacji techicznych, dotyczących rozwiązań mechatronicznych w wybranych urządzeniach elektromechanicznych.	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
• Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych. sztywności. • Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. • Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Zasady modelowania struktury mechanicznej obciążonej	

cieplnie. Główne metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES - porównanie.	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
• Proces produkcyjny i proces technologiczny, Struktura procesu technologicznego. • Typy produkcji, formy organizacji produkcji. • Rodzaje i dobór półfabrykatów części maszyn. Naddatki na obróbkę. • Zasady ustalania części podczas obróbki. Rodzaje baz obróbkowych. • Normowanie czasu pracy. • Dokładność obróbki części maszyn. • Błędy obróbkowe. Rodzaje błędów. Błędy obróbki partii przedmiotów. • Opracowanie dokumentacji procesu technologicznego wybranej części. • Dobór oprzyrządowania technologicznego procesów technologicznych typowych części maszyn. • Dobór naddatków obróbkowych dla typowych części maszyn.	
Pompy ciepła	K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01
• Wymagania komfortu cieplnego. Mikroklimat pomieszczenia – parametry. Temperatury obliczeniowe wewnętrzne i zewnętrzne. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Straty ciepła przez przenikanie i na wentylację. Zasady obliczeń zapotrzebowania ciepła dla potrzeb ogrzewania. Klasyfikacja i charakterystyka systemów ogrzewania. Ogrzewanie miejscowe i ogrzewanie centralne, kryteria podziału instalacji centralnego ogrzewania. Wybór systemu, układu, parametrów obliczeniowych. Elementy instalacji c.o. Klasyfikacja, charakterystyka i kryteria doboru grzejników. Graficzne obrazowanie instalacji c.o. Układy wodnych instalacji c.o. - grawitacyjne z zasilaniem dolnym i górnym, dwururowe z obiegiem wymuszonym z zasilaniem dolnym i górnym. Obliczenia hydrauliczne instalacji c.o. Regulacja hydrauliczna instalacji, montażowa i eksploatacyjna. Klasyfikacja i charakterystyka źródeł ciepła. Przegląd typów kotłów dla kotłowni wbudowanych. Dobór typu, ilości i wielkości kotłów. Charakterystyka materiałów przewodowych stosowanych w instalacjach c.o. - stalowe, miedziane, z tworzyw sztucznych. Charakterystyka pomp stosowanych w instalacjach c.o. Dobór i regulacja pomp. Zabezpieczenia instalacji c.o. systemu otwartego i zamkniętego. Armatura - zawory grzejnikowe odcinające i termostatyczne, zawory odcinające proste i kątowe, zawory dwudrogowe, zawory zwrotne, zawory bezpieczeństwa, odpowietrzenie instalacji c.o. Ogrzewanie podłogowe. Wymagania i zasady projektowania kotłowni wbudowanych. Układy odprowadzania spalin. Projektowanie przewodów kominowych i wentylacyjnych kotłowni. Zużycie i magazynowanie paliwa. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót instalacyjnych. Próby ciśnieniowe, odbiory instalacji c.o. Komputerowe wspomaganie projektowania instalacji c.o. Jakość wody do celów ciepłowniczych. Wentylacja naturalna: grawitacyjna, wietrzenie. Mikroklimat pomieszczenia. Wykres Molliera i jego wykorzystanie w wentylacji i klimatyzacji. Wentylatory, filtry, nagrzewnice, centrale wentylacyjne. Odzysk ciepła w wentylacji i klimatyzacji. Podstawowe typy regeneracji i rekuperacji ciepła w wentylacji. Wymiennik ciepła typy i konstrukcja. Rury cieplne. Sprężarkowe i absorpcyjne systemy w klimatyzacji. Ekonomizery. Niekonwencjonalne systemy regeneracji ciepła. Gruntowe wymienniki ciepła. • Wykonać projekt instalacji centralnego ogrzewania wodnego z wymuszonym obiegiem wody dla budynku, którego podkład budowlany stanowi załącznik do tematu. Zadania do wykonania obejmują: opracowanie założeń odnośnie zapotrzebowania energetycznego i schematu technologicznego instalacji, obliczenia energetyczne instalacji - wymiarowanie urządzeń generujących i magazynujących ciepło,	

opracowanie schematu technologicznego instalacji, obliczenia hydrauliczne instalacji, dobór osprzętu, opracowanie wykazu materiałowego instalacji, obliczenia podstawowych parametrów ekonomicznych inwestycji - NPV, SPB, IRR, prezentacja wyników projektu.	
Praca dyplomowa	K_W05, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_U19, K_K03
• Prezentacja ogólna zadania inżynierskiego. Tworzenie tezy projektu. Zasady odpowiedniego określania priorytetów służących realizacji projektu inżynierskiego. Dobór materiałów koniecznych do realizacji projektu. Definiowanie zadań do zrealizowania w projekcie. Określanie harmonogramu pracy nad projektem. Zasady tworzenia dokumentacji projektu.	
Praktyka zawodowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Realizacja zadań przydzielonych w ramach praktyki. Zapoznanie studenta z zagadnieniami praktycznymi zgodnie z profilem działalności przedsiębiorstwa. Zapoznanie studenta z procesami i urządzeniami stosowanymi w przemyśle. Poznanie specyfiki pracy na różnych stanowiskach, w różnych branżach merytorycznie związanych z mechaniką i budową maszyn. Konfrontacja wiedzy teoretycznej zdobytej na uczelni z rzeczywistością i wykształcenie umiejętności praktycznego jej zastosowania. Poznanie własnych możliwości na rynku pracy. Doskonalenie umiejętności właściwej organizacji pracy, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania. Nawiązanie kontaktów zawodowych.	
Produkcja odchudzona	K_W05, K_W12, K_U09, K_U19, K_K04
• Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją • Lean Manufacturing – szczupłe (odchudzone) wytwarzanie • Mapowanie strumienia wartości • Tworzenie ciągłego i płynnego procesu przepływu • Narzędzia warunkujące wprowadzenie systemu - "5S ", "TPM" i "SMED" • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu obecnego • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu przyszłego • Wykreślenie kompletnej mapy strumienia wartości stanu przyszłego	
Proekologiczne systemy diagnostyczne pojazdów	K_W05, K_W10, K_W11, K_U07, K_U08, K_U10, K_U19, K_K01, K_K03
• Zasady bezpieczeństwa podczas obsługi proekologicznych systemów diagnostycznych pojazdów. • Opis budowy pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Opis działania pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Napęd elektryczny pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Pokładowa sieć elektryczna pojazdu wyposażonego w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Aparatura i urządzenia stosowane w obsłudze i eksploatacji pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Opis obsługi pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Eksploatacja pojazdów wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Stosowanie zasad bezpieczeństwa podczas obsługi pojazdów wyposażonych w układy wysokiego napięcia. • Odłączanie układu wysokiego napięcia w pojazdach wyposażonych w proekologiczne systemy diagnostyczne. • Pomiar rezystancji izolacji, pomiar wyrównywania potencjałów oraz wykonywanie czynności obsługowych dotyczących elementów układu wysokiego napięcia na przykładzie wymiany baterii. • Ładowanie i rozładowywanie oraz testowanie baterii wysokonapięciowych. • Przechowywanie i przewożenie baterii wysokonapięciowych. • Obsługa klimatyzacji w pojazdach zasilanych wysokim napięciem. • Procedury dotyczące mycia silnika, prac lakierniczych, holowania i	

wycofania z eksploatacji pojazdów zasilanych wysokim napięciem. • Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.	
Programowanie maszyn CNC 1	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
• Komputerowe sterownie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Metody programowania obrabiarek CNC. Struktura programu sterującego. • Programowanie na bazie kodu ISO. Deklaracja sposobu wymiarowania. Programowanie funkcji wykonania ruchu. Programowanie obróbki gwintów. Programowanie transformacji układów współrzędnych. Programowanie funkcji związanych z narzędziem i jego wymiarami. Funkcje technologiczne. Podprogramy • Programowanie cykli obróbkowych. Cykle obróbki tokarskiej. Cykle obróbki frezarskiej. Cykle obróbki wiertarskiej. Programowanie parametryczne. • Programowanie automatyczne CAD/CAM. Tworzenie ścieżek narzędzi. Symulacja danych pośrednich. Generowanie programów sterujących. Przykłady programowania automatycznego. Optymalizacja programów sterujących. • Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla tokarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Zapis składników bloków danych. Zapis funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Wprowadzanie parametrów technologicznych. • Przykłady programowania interpolacji liniowej (współrzędne prostokątne i biegunowe). • Przykłady różnych sposobów programowania interpolacji kołowej. • Stosowanie korekcji toru ruchu narzędzi. Przykłady elementów programowania parametrycznego. • Programowanie zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych oraz zabiegów wiercenia osiowego i gwintowania. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów toczenia rowków, podcięć i gwintów. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC. • Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla frezarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Przykłady programów obróbki na tokarkę CNC. Przykład obróbki wałka. Przykład obróbki tulei. • Programowanie zabiegów wiercenia, gwintowania, frezowania płaszczyzn i rowków na frezarkach CNC. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC.	
Programowanie maszyn CNC 2	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
• Wprowadzenie do programowania elastycznego układów sterowania maszyn CNC. • Programowanie złożonych operacji tokarskich na obrabiarkach CNC z osią C i narzędziami napędzanymi. • Programowanie złożonych operacji tokarskich na wieloosiowych obrabiarkach CNC z wykorzystaniem transformacji. • Programowanie złożonych operacji frezarskich na obrabiarkach CNC wyposażonych w dodatkowe 2 osie obrotowe. • Programowanie złożonych operacji frezarskich na wieloosiowych obrabiarkach CNC z wykorzystaniem transformacji. • Zaliczenie z programowania złożonych operacji tokarskich i frezarskich – sprawdzian praktyczny.	
Programowanie robotów przemysłowych	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03

• Podstawowe informacje o metodach programowania robotów przemysłowych, producentach dedykowanego oprogramowania, firmach produkujących roboty przemysłowe. • Metodyka programowania robotów przemysłowych. Zalety i wady robotyzacji. Przegląd i omówienie elementów zrobotyzowanych stanowisk odlewniczych. • Przegląd narzędzi wspomagających programowanie robotów przemysłowych. Dedykowane instrukcje języków programowania stosowane w odlewaniu. Sensory stosowane w zrobotyzowanych stanowiskach do odlewania - układy korekcji ścieżki. • Układy bezpieczeństwa w zrobotyzowanych stanowiskach do odlewania. Przegląd zaawansowanych stacji zrobotyzowanych. • Przykłady narzędzi programowania robotów przemysłowych. Zapoznanie z podstawami obsługi narzędzi programowania robotów. • Budowa stacji zrobotyzowanych z wykorzystaniem narzędzi programowanie off-line. • Programowanie off-line orientacji robotów, definiowanie układów współrzędnych. Programowanie ścieżek robotów z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Programowanie prędkości, przyśpieszeń i obciążeń robota przemysłowego z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Budowa zaawansowanych stanowisk do odlewania.	
Programowanie robotów spawalniczych	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
• Programowania robota offline w NX CAM RoboticsProgramowania robota odbywa się offline na komputerze, w wygodnym i nowoczesnym interfejsie NX. Dzięki zaawansowanym możliwościom generowania ścieżek, stanowi to bardzo duże poszerzenie możliwości, jakie daje nam wykorzystanie ramienia robota w procesie wytwarzania. Ograniczanie przeciążeniowych momentów obrotowych i określanie zakresu prędkości i przyspieszeń, Konfiguracja układu wejść-wyjść. 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 • Omówienie środowiska NX CAM Robotics Omówienie środowiska pracy NX, Tworzenie przykładowych modeli, Przygotowywanie modeli pod proces, zasady sterowania ręcznego i uruchamiania programów, kalibrację narzędzia różnymi sposobami, tryby pracy sterownika, kalibrację (mastering) manipulatora, osobliwości kinematyczne oraz konsekwencje ruchu manipulatora w pobliżu konfiguracji osobliwej, rozkazy ruchowe i ich parametry, pozycjonowanie precyzyjne i przybliżone, planowanie ruchu w przestrzeni konfiguracyjnej i zadaniowej (kartezjańskiej). • Symulowanie procesów spawalniczych w zrobotyzowany środowisku 3D na przykładzie programu Roboguide ROBOGUIDE –WeldPRO - pakiet ułatwiający projektowanie stanowisk spawania obietów. HandlingPRO pozwala użytkownikowi symulować proces zrobotyzowany w środowisku 3D bez konieczności podłączania rzeczywistego robota. Oprogramowanie zawiera wszystkie elementy potrzebne do programowania i badania stanowisk pracy. HandlingPRO posiada wbudowany wirtualny Teach Pendant używany do poruszania, programowania i przeprowadzania symulacji na wirtualnym robocie. Użytkownik może importować własne modele CAD, tworzyć cele z maszynami, liniami transportowymi i przeszkodami, a następnie zasymulować program i sprawdzić poprawność działania. HandlingPRO stosowany jest głównie do tworzenia stanowisk montowania urządzeń. • Programowanie robotów spawalniczych on-line. Uruchamianie programów robotowych w trybie testowym oraz w automatycznym cyklu pracy. Programowanie samouczące w zakresie instrukcji obsługowych, Prezentacja zaplanowania przykładowego zadania na bazie modelu geometrycznego obiektu. Wygenerowanie programu gotowego do przesłania do	

sterownika robota.	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W03, K_W06, K_W07, K_W09, K_U07, K_U10, K_U15, K_K01, K_K03, K_K04
• Charakterystyka połączeń spawanych: geometria spoin, ograniczenia geometryczne i konstrukcyjne, zasady konstruowania połączen spawanych • Materiały stosowane na konstrukcje stalowe i ich właściwości mechaniczne, właściwości mechaniczne spoin • Naprężenia spawalnicze: mechanizm powstawania naprężeń, rozkłady naprężeń własnych, odprężanie konstrukcji spawanych • Projektowanie konstrukcji spawanych przy obciążeniach statycznych: rodzaje złączy spawanych, wymiary spoin, zasady doboru naprężeń dopuszczalnych • Obliczenia spoin przy obciążeniach zmiennych: metody obliczeń, obliczenia wg zaleceń Unii Europejskiej	
Projektowanie napędów mechanicznych	K_W03, K_W06, K_U02, K_U07, K_U17, K_K03
• Podstawy zarzadzania projektami • Przekładnie stożkowe. Rodzaje, metody wytwarzania, geometria i kinematyka. Podstawy obliczeń wytrzymałościowych. • Przekładnie planetarne klasyfikacja, stopień swobody przełożenie, sprawność, kinematyka, zasady, ograniczenia, moc krążaca, przykłady rozwiązań konstrukcyjnych. Obliczenia wytrzymałościowe. • Egzamin • Określenie celów i zakresu projektu. Przyjęcie struktury organizacyjnej zespołu.Harmonogram zadań projektowych • Projekt napędu złożonego z przekładni walcowej, stozkowej i obiegowej np. przekladnigłównej napedu śmigłowca. Model napędu, obliczenia wytrzymałościowe, model 3Dzespołu dokumentacja konstrukcyjna. • Prezentacja projektu	
Projektowanie przekładni	K_W03, K_W06, K_U07, K_U17
• KISSsoft: interfejs i podstawy obsługi programu. Analiza wpływu parametrów koła zębatego na geometrię uzębienia. • Analiza wytrzymałości pary kół zębatych walcowych wg ISO 6336 • Projektowanie pary kół walcowych dla zadanych warunków • Analiza wału podpartego na łożyskach tocznych • Projektowanie wałów i łożysk tocznych • TCA. Dobór modyfikacji profilu i linii zęba z uwzględnieniem odkształceń wałów i łożysk oraz odchyłek wykonawczych i montażowych • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Projekt 1 - Dwustopniowa przekładnia walcowa. • Przekładnie pasowe i łańcuchowe • Przekładnie wichrowate i ślimakowe • Projekt 2 - Przekładnia ślimakowa • Projekt 2 - Przekładnia ślimakowa • Projekt 2 - Przekładnia ślimakowa	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
• Stan naprężenia; definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulistą i dewiatorową, osiowo symetryczny stan naprężenia, płaski stan naprężenia i odkształcenia, geometryczne przedstawianie stanów naprężenia za pomocą kół Mohra. Warunki plastyczności i ich graficzna interpretacja. • Odkształcenie plastyczne; stan odkształcenia, miary odkształcenia, zależności pomiędzy stanami naprężenia i odkształcenia, mechanizm odkształcenia plastycznego, odkształcenie monokryształów oraz ciał polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hutnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsisk lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania	

objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnienie), metody kształtowania blach (cięcie i wykrawanie, gięcie, wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zgniatanie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obciskanie, roztłaczanie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczanie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wytłaczania naczynia cylindrycznego. Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, w tym przetwórcze; stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości. • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pvT, projektowanie przetwórstwa.Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem,obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń. • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania. Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. Problematyka zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych i możliwości recyklingu. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych. • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych, wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych. • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wytłaczaniu.	
Przygotowanie i organizacja produkcji	K_W05, K_W12, K_W20, K_U02, K_U04, K_U10, K_U18, K_K01, K_K04
• Istota zarządzania produkcją i usługami. Definicje pojęć: zarządzanie, produkcja, usługi. Cele i zadania zarządzania produkcją – jakość, niezawodność, konkurencyjność. Fazy rozwoju zarządzania produkcją i usługami. • Charakterystyka systemu produkcyjnego. Definicja systemu. Struktura systemu produkcyjnego. Otoczenie systemu produkcyjnego. Produktywność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktywności. Metody oceny produktywności. • Wektor wejścia i wyjścia systemu produkcyjnego. Charakterystyka czynników produkcji (przedmiotów pracy, środków pracy, zasobów ludzkich, energii) oraz produktów (wyrobów, usług, odpadów, wyrobów niezgodnych-braków). • Procesy transformacji zachodzące w systemach produkcyjnych. Proces przygotowania produkcji (projektowanie wyrobu, projektowanie i wybór procesu technologicznego, lokalizacja	

przedsiębiorstwa, rozmieszczenie obiektów), proces wytwarzania, proces dystrybucji. Charakterystyka elementów składowych podstawowego procesu wytwarzania. Klasyfikacja i charakterystyka przemysłowych procesów wytwarzania. Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. Metody skracania cyklu wytwarzania (przebieg szeregowy, szeregowo-równoległy, równoległy asynchroniczny, równoległy synchroniczny). Zarządzanie zapasami. Zapasy produkcji w toku. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej. Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska roboczego i modułu produkcyjnego. Struktury produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Projektowanie systemów produkcyjnych. Wybór wyposażenia i obsługa eksploatacyjna. • Prognozowanie popytu. Planowanie i sterowanie produkcją i realizacją usług. Zasady planowania produkcji (sterowanie ilością lub terminami). Sterowanie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe. Normatywy sterowania przepływem produkcji. Analiza przepływu produkcji – metody symulacyjne i analityczne. Zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi i harmonogramowanie. • 7. Współczesne metody i systemy zarządzania produkcją i usługami. Logistyczne zarządzanie produkcją (systemy MRP/ERP – komputerowe wspomaganie zarządzania produkcją i usługami, JIT - strategia produkcji „Dokładnie na czas", OPT - zarządzanie wąskimi gardłami). Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy. Odchudzone wytwarzanie (Lean Manufacturing). Założenia koncepcji Lean Manufacturing. Metody diagnozowania i usprawniania procesów produkcyjnych. Mapowanie strumienia wartości. • Projekt systemu produkcyjnego. Obliczanie optymalnej liczebności partii produkcyjnej. Dla systemów pracy dwuzmianowej bilansowanie zapotrzebowania na zdolności produkcyjne (wyznaczanie liczby stanowisk roboczych, liczby pracowników). Opracowanie harmonogramu pracy komórki produkcyjnej. Dobór wyposażenia technologicznego i obliczanie powierzchni komórki produkcyjnej. Dobór hali typowej. Rozmieszczenie stanowisk roboczych metodą MAT. Dobór wyposażenia stanowisk roboczych. Opracowanie rysunku zaprojektowanego systemu produkcyjnego. Bilansowanie zapotrzebowania na materiały podstawowe, pomocnicze i energię. Obliczenia liczby środków transportu wewnętrznego. • Zajęcia wprowadzające. Instruktaż BHP. Analiza struktury procesu wytwarzania z wykorzystaniem wybranych narzędzi badania pracy (karta procesu, karta przebiegu, wykres przebiegu, tablica krzyżowa przemieszczeń). • Organizacja stanowisk roboczych. • Ocena ergonomiczności stanowisk pracy. • Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu, migawkową oraz ruchów elementarnych. • Zasady organizacji produkcji: liniowości, koncentracji w czasie i przestrzeni.	
Seminarium dyplomowe (INPS)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie pojazdów. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie silników spalinowych.	
Seminarium dyplomowe (IO)	K_W05, K_W09, K_W13, K_W18, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Omówienie zasad obowiązujących przy pisaniu pracy dyplomowej • Prezentacja prac dyplomowych, omówienie wyników, dyskusja	

Seminarium dyplomowe (IOŹE)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Co powinny zawierać prace dyplomowe i w jakiej formie? • Dobre obyczaje przy pisaniu pracy dyplomowej i w pracy zawodowej • Przygotowanie się do obrony pracy dyplomowej i do egzaminu dyplomowego • Analiza prac studentów i dyskusja	
Seminarium dyplomowe (IPS)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie pojazdów. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie silników spalinowych.	
Seminarium dyplomowe (IS)	K_W13, K_W18
• Omówienie zasad obowiązujących przy pisaniu pracy dyplomowej • Prezentacja prac dyplomowych, omówienie wyników, dyskusja	
Seminarium dyplomowe (KWW)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie maszyn technologicznych. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie napędów i sterowań maszyn technologicznych.	
Seminarium dyplomowe (NM)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06
• Temat pracy dyplomowej, rodzaj pracy, promotor. • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowe. • Struktura treści i podział rozdziałów w zalezności od rodzaju pracy (teoretyczna, technologiczna, konstrukcyjna, badawczo-doświadczalna). • Pierwsze referowanie pracy. Temat, cel i zakres pracy, harmonogram realizacji pracy, spodziewane wyniki. • Metodyka badań komputerowych i stanowiskowych. • Drugie referowanie pracy. Temat (usciślenie lub jego zmaina), cel i zakres pracy. Omówienie uzyskanych wyników, sformułowania wniosków. • Dyskusja studentów i prowadzącego seminarium z referentem, dotycząca sposobu referowania i treści pracy. • Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. Sposób referowania pracy w czasie obrony. prezentacja pracy i uzyskanych wyników. Prezentacja wizualna tego, co zrobiono jak również osiągniętych wyników. • Podsumowanie tematyki i zajęć seminaryjnych. Inne spostrzeżenia i zalecenia dotyczące obrony. Zaliczenie seminarium dyplomowego.	
Seminarium dyplomowe (PiAO)	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie maszyn technologicznych. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie napędów i sterowań maszyn technologicznych.	
Seminarium dyplomowe (PTiKP)	K_U07, K_U09, K_K04

• Wprowadzenie do przedmiotu. Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka • Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym • Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe • Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie. Projektowanie planu pracy dyplomowej • Analiza opracowań studentów, prezentacje postępu w przygotowywaniu prac inżynierskich, dyskusja	
Silniki pojazdów samochodowych	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
• Wiadomości wstępne – podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste tłokowych silników spalinowych. Wskaźniki pracy silnika. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Proces spalania – silnik z zapłonem wymuszonym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i doładowanie tłokowych silników spalinowych. Mechanika układu korbowego. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Rozwiązania konstrukcyjne systemów spalania. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół kadłuba, głowice i kolektory. Układ smarowania i chłodzenia. Układ zasilania. Proekologiczne rozwiązania tłokowych silników spalinowych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych oraz stanowiskowe szkolenie BHP. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Ocena procesu spalania w silniku na podstawie wykresu indykatorowego. Pomiar sprawności mechanicznej silnika. Pomiar stopnia napełniania cylindrów silnika. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika. Wyznaczanie charakterystyki mocy częściowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika o ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Wyznaczanie charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku) silnika. Wyznaczanie charakterystyki składu mieszanki silnika z ZI. Bilans cieplny silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Układy sterowania silnikiem. Układ dolotowy. Doładowanie silnika. Zaliczenie projektu.	
Siłownie wodne i wiatrowe	K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_U17, K_K01, K_K03
• 1. Budowa atmosfery, statyka atmosfery, globalna cyrkulacja atmosferyczna, procesy fizykochemiczne w atmosferze, zmiany klimatyczne. 2. Charakterystyki przepływowe i energetyczne wiatru. Wiatr jako zjawisko fizyczne. źródła powstawania wiatru. Podstawowe charakterystyki wiatru. Rozkłady prędkości wiatru w funkcji wysokości nad powierzchnią gruntu oraz szorstkości terenu. Rozkład gęstości mocy strumienia powietrza w funkcji wysokości. Porywy wiatru, turbulencja atmosferyczna. Średnioroczna prędkość wiatru i jej rozkład. Rozkład Weibula i Rayleigh'a. Średnioroczny potencjał energetyczny wiatru. • Układy konstrukcyjne turbin wiatrowych: o osi poziomej, i pionowej: Savoniusa i Darriusa. Turbiny otwarte i z otunelowaniem typu "wind-lens" Energetyczna wydajność elektrowni wiatrowej w funkcji prędkości średniorocznej wiatru i wysokości osi wirnika. Przybliżona ocena zasobów energii wiatru w Polsce oraz jej zmiany sezonowe. Wpływ parametrów atmosferycznych powietrza na wydajność energetyczną EW. Czynniki wpływające na możliwości wykorzystania energii wiatru. Pomiar podstawowych parametrów wiatru dla potrzeb energetyki wiatrowej. 4. Podstawowe parametry i charakterystyki turbin wiatrowych o osi poziomej i pionowej. Przegląd dotychczasowych konstrukcji. Stosowane rozwiązania podstawowych	

zespołów. Eksperymentalne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Zarys teorii podobieństwa w badaniach modelowych. Tunele aerodynamiczne. Metody pomiaru prędkości z uwzględnieniem analizy dokładności pomiaru. Pomiary Badania modelowe turbiny wiatrowej . 6. Teoretyczne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Przepływy potencjalne. Zarys teorii profilu. Charakterystyki profili lotniczych, siła nośna i oporu opływu. Warstwa przyścienna. Teoria strumieniowa turbiny wiatrowej. Granica Betza. Dyskusja nad twierdzeniem Betza. Modyfikowana metoda Witoszyńskiego dla turbiny z osią poziomą. Metoda Wilsona dla turbiny o pionowej osi obrotu. • Generatory energii elektrycznej stosowane w energetyce wiatrowej, układy regulacji, pomiary, akumulacja energii elektrycznej. • 8. Projektowanie elektrowni wiatrowych: Adaptacja metody Larrabe'go do określenia podstawowych parametrów geometrycznych turbiny. Turbina o minimalnych stratach indukowanych. Liczba łopat, geometria i konstrukcja łopat turbiny. Wybór rozkładu współczynnika siły nośnej wzdłuż promienia łopaty. Ograniczenia geometryczne, aerodynamiczne i aeroakustyczne nakładane dla konstrukcji wirnika. Obciążenia łopat i wieży nośnej. Obliczenia rozkładu ciśnienia na profilu łopaty. Porównanie obliczeń z danymi doświadczalnymi. Farmy wiatrowe: interferencja turbin w farmie. Meandrowanie śladu aerodynamicznego. • Zjawiska towarzyszące pracy elektrowni wodnych. Przepływy w kanałach otwartych: profil prędkości w kanale otwartym. Przelewy miernicze. Jednowymiarowy model ruchu równomiernego w kanale otwartym. Równanie Bernoulliego dla kanałów otwartych. Spadek niwelacyjny i hydrauliczny koryta. Promień hydrauliczny. Ruch podkrytyczny (spokojny) i nadkrytyczny (rwący). Głębokość krytyczna. Wydatek krytyczny. Krytyczna liczba Froude'a. Zjawisko odskoku hydraulicznego Bidone'a i jego zastosowania: (walka z erozją dna) Przepływy zewnętrzne i opływ łopat Uderzenie hydrauliczne w rurociągu: uderzenie prost i nieproste, wzór Żukowskiego. Kawitacja i pseudokawitacja: warunki powstawania, liczba kawitacyjna. kawitacja lokalna i superkawitacja wir z jądrem kawitacyjnym; szum kawitacyjny, mechanizm erozji kawitacyjnej. • Elektrownie wodne: Typologia turbin wodnych, turbiny śmigłowe, Kaplana, Francisa, Deriaza, Banki-Michella-Stellera, Peltona, Gilkesa. Moc i wyróżnik szybkobieżności. Zakresy stosowalności poszczególnych rozwiązań. Sprawność turbiny wodnej. Równanie Eulera dla turbiny wodnej. Rury ssawne.Typy elektrowni wodnych: przyzaporowe, z derywacją kanałową i derywacją rurociągową, przepływowe. Elementy konstrukcyjne elektrowni. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Obiczenia geometrii turbiny Kaplana. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym w rurociągu ciśnieniowym. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym. Prognozowanie powstawania kawitacji na profilu łopaty turbiny Kaplana	
Spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną (MMA). • Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. • Specjalne procesy spawalnicze (wiązka elektronów, laser, spawanie aluminotermiczne). Zgrzewanie. • Spawanie metodą MMA. • Analityczne metody oceny spawalności stali. • Spawanie metodą TIG.	
Specyfikacja geometrii wyrobu i pomiary	K_W08, K_U08, K_U13
• Znaczenie kontroli w procesie wytwarzania. Podział i struktura norm GPS. Tolerancje 3D. Funkcjonalny, technologiczny, metrologiczny wybór i interpretacja tolerancji	

geometrycznych. Różnice między normą ISO a innymi normami. Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. Obsługa współrzędnościowej maszyny pomiarowej Klingelnberg P40. • Tolerancje wymiarowe i geometryczne części maszyn i elementów układu napędowego. • Klasy dokładności kół zębatych. Parametry pomiarowe kół zębatych walcowych, stożkowych, ślimakowych. Metodyka pomiarów. Pomiar kół zębatych metodami klasycznymi. Przygotowanie programu do pomiaru kół zębatych i wałków na współrzędnościowej maszynie pomiarowej P40. Pomiary współrzędnościowe elementów obrotowych (otoczek kół zębatych, tulei, wałków). Pomiary współrzędnościowe kół zębatych walcowych o zębach prostych (uzębienie zewnętrzne, wewnętrzne) i śrubowych, kół stożkowych (zębnik i koło talerzowe), ślimaków.	
Stopy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W07, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18
• Odlewnicze stopy żelaza. Odlewnicze stopy aluminium. Odlewnicze stopy magnezu. • Odlewnicze stopy miedzi. Odlewnicze stopy tytanu. • Odlewnicze stopy niklu. Odlewnicze stopy żarowytrzymałe i żaroodporne – stopy kobaltu i niklu. • Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne stopów odlewniczych. • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczne stopów odlewniczych. • Badania mikrostrukturalne żeliwa. • Badania mikrostrukturalne staliwa. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów niklu. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów kobaltu. • Mikrostruktura odlewów ze stopów aluminium.	
Systemy CAM (KWW)	K_W05, K_W14, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
• Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomagania wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Rola i zadania systemów CAM. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasada programowania automatycznego maszyn CNC. Struktura programowania automatycznego. Etap procesora i postprocesora. Zintegrowane systemy CAD/CAM. Struktura i klasyfikacja zintegrowanych systemów CAD/CAM. Przegląd systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych. Postprocesory w systemach CAM • Podstawy systemu komputerowego wspomagania wytwarzania. Obsługa systemu. Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie toczenia 2-osiowego. Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. Generowania i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Możliwości systemów CAM w zakresie adaptacji danych pośrednich dla różnych obrabiarek. Projekt z zakresu programowania toczenia 2-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. Programowanie frezowania. Frezowanie 3-osiowe. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu	

programowania frezowania 3-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC.	
Systemy CAM (NM)	K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
• Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomagania wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasady przygotowania technologii obróbki części z wykorzystaniem systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych w zakresie toczenia wiercenia i frezowania. Postprocesory w systemach CAM • Podstawy systemu komputerowego wspomagania wytwarzania. Obsługa systemu. Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie toczenia 2-osiowego. Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. Generowania i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Możliwości systemów CAM w zakresie adaptacji danych pośrednich dla różnych obrabiarek. Projekt z zakresu programowania toczenia 2-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. Programowanie frezowania. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC.	
Systemy CAM (PiAO)	K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
• Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAD. Podstawy modelowania geometrii części walcowych i pryzmatycznych. • Zaznajomienie z podstawowymi operacjami modelowania CAD w tym: modelowanie bryłowe, pochylenia, szyki, algebra Boole'a, modelowanie poprzez szkice. • Zaznajomienie z podstawowymi analizami obrabianej części pod względem zaokrągleń, pochyleń, maksymalnego wysięgu narzędzia. Zastosowanie modułu CAD na potrzeby moduły CAM - modyfikacje części obrabianych i tworzenie półfabrykatów. • Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAM. Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiercenia, toczenia	

zgrubnego i wykończeniowego powierzchni wewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia rowków i podcięć. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych śjavascript:DLG('dialog_karty','trescikszt;6121;id=7958;','save')cieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia gwintów oraz operacji tokarskich w dwóch zamocowaniach. Analiza symulacji orbóbki wolumetrycznej. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania płaszczyzn i czopów elementów pryzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania kieszeni i rowków elementów pryzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiertarskich wykonywanych na frezarkach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: podstawy obróbki frezarskiej w kilku zamocowaniach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomagania wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasady przygotowania technologii obróbki części z wykorzystaniem systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych w zakresie toczenia wiercenia i frezowania. Postprocesory w systemach CAM	
Systemy CAx w projektowaniu układów funkcjonalnych pojazdów	K_W05, K_W06, K_U04, K_U06, K_U10, K_K03
• Parametryczne szkicowanie i więzy geometryczne w modelowaniu 3D. • Modelowanie bryłowe części maszyn metodą cech konstrukcyjnych. • Modelowanie powierzchniowe i hybrydowe elementów o złożonej geometrii. • Struktura złożeń i projektowanie w kontekście zespołu. • Biblioteki części znormalizowanych i generowanie dokumentacji technicznej 2D. • Symulacja ruchu i analiza kinematyczna mechanizmów. • Podstawy analizy wytrzymałościowej MES w projektowaniu części. • Skanowanie 3D części – przygotowanie i akwizycja danych. • Obróbka chmury punktów i rekonstrukcja geometrii na podstawie siatki STL. • Bazowanie i dopasowanie. • Tolerancje kształtu i położenia (GD&T) w dokumentacji technicznej. • Porównanie modelu nominalnego i rzeczywistego – analiza odchyłek geometrycznych. • Wyznaczanie odchyłek okrągłości, walcowości i płaskości na podstawie danych pomiarowych. • Przygotowanie modelu do wytwarzania addytywnego – optymalizacja pod druk 3D. • Kontrola jakości detalu drukowanego 3D z wykorzystaniem analizy wymiarowej.	
Systemy fototermiczne fotowoltaiczne	K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U02, K_U04, K_U08, K_U12, K_U13, K_U15, K_U17, K_U18, K_K01, K_K03

• Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniana, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów oraz ciał stałych i cieczy. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca – powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania , aktywność słoneczna i jej zmiany - wpław na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone. • Energia słoneczna - właściwości: czas słoneczny - czas strefowy, równanie czasu, droga Słońca po nieboskłonie, deklinacja i kąt godzinny, geometria układu Słońce – absorber, wschód i zachód Słońca dla płaszczyzny pochylonej, wykres pozycji Słońca. • Bilans energetyczny Ziemi- wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo – właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany – gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia – atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna i oceaniczna, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna – gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury – równanie ciśnienia, rozkład gęstości – równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche – gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne – gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. • Zasoby energii słonecznej: zasoby energii słonecznej na świecie i w Europie, zasoby energii słonecznej w Polsce i na Podkarpaciu, sezonowa i terytorialna zmienność warunków solarnych, przebiegi dobowe nasłonecznienia i usłonecznienia, optymalizacja ustawienia kolektora w warunkach Podkarpacia, zmienność klimatyczna warunków solarnych, zasoby techniczne energii słonecznej, wpływ parametrów instalacji na zasoby techniczne. • Niskotemperaturowa konwersja fototermiczna: metody wykorzystania energii promieniowania słonecznego, konwersja fototermiczna - zasada działania, własności promieniste absorbera, pokrycia selektywne, pokrycia transparentne – działanie i rodzaje, izolacja termiczna absorberów, rodzaje i budowa kolektorów niskotemperaturowych. • Kolektory cieczowe: bilans energetyczny kolektora, współczynnik tarnsmisyjno-absorpcyjny, transmisja energii w układzie otoczenie-pokrycie-absorber, współczynnik tarnsmisyjno-absorpcyjny dla promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, współczynnik odprowadzenia ciepła, straty cieplne kolektora, sprawność kolektora, wpływ parametrów kolektora na sprawność, badania kolektorów. • Systemy kolektorów cieczowych: podstawowe elementy układów, rodzaje

kolektorów, kolektory płaskie, kolektory próżniowe, ciecze robocze, przekazywanie i magazynowanie energii cieplnej, zbiorniki buforowe, zbiorniki warstwowe, systemy pasywne i aktywne, układy CWU, układy CWU/CO, układy wielozródłowe i wieloodbiornikowe, współpraca kolektorów słonecznych z pompami ciepła i innymi źródłami ciepła. • Konwersja fotowoltaiczna: fizyka efektu fotowoltaicznego, budowa ogniw słonecznych, rodzaje ogniw fotowoltaicznych, materiały i sprawność ogniw, charakterystyki elektryczne i temperaturowe, zastosowanie koncentratorów, zastosowania ogniw fotowoltaicznych, wpływ zacienienia, hybryda kolektor słoneczny – ogniwo fotowoltaiczne, energetyka fotowoltaiczna prosumencka i zawodowa – stan aktualny i perspektywy. • Instalacje fotowoltaiczne: rodzaje systemów fotowoltaicznych, systemy autonomiczne – zastosowanie i elementy składowe, systemy grid connected – rodzaje i budowa, elektrownie fotowoltaiczne, szacowanie zapotrzebowania energetycznego, schematy technologiczne instalacji, współpraca elementów instalacji, obliczenia energetyczne instalacji, zabezpieczanie instalacji, wymiarowanie urządzeń generujących, przetwarzających i zabezpieczających, systemy mocowania, elementy pomocnicze układów, osprzęt instalacji. • Solarne systemy pasywne: istota działania, systemy pasywne w budownictwie, układy ogrzewania pasywnego, akumulacja ciepła w systemach pasywnych, izolacje transparentne, wentylacja i klimatyzacja solarna, suszarnie słoneczne – zasada działania i rodzaje, przebieg procesów suszarniczych, systemy destylacji wody. • Kolektory powietrzne: rodzaje i zasada działania, kolektory niskokosztowe - zastosowanie i budowa, kolektory sztywne, rodzaje i właściwości absorberów, instalacje kolektorów powietrznych. • Wysokotemperaturowa konwersja fototermiczna: koncentratory promieniowania słonecznego, koncentratory obrazowe i bezobrazowe, graniczny stopień koncentracji, rodzaje systemów, układy scentralizowane – zasada działania i rodzaje, układy zdecentralizowane – zasada działania i budowa, zagadnienia materiałowe i eksploatacyjne, silniki Stirlinga – zasada działania, rodzaje i budowa, energetyka heliotermiczna – stan aktualny i perspektywy, projekt „Desertec”, kuchnie słoneczne. • Stawy słoneczne: rodzaje, budowa i zasada działania, zastosowania. Kominy słoneczne: budowa i zasada działania, zastosowanie i właściwości energetyczne, instalacje istniejące i planowane.	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAx. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy	
Systemy narzędziowe	K_W05, K_W07, K_W17, K_U09, K_U16, K_K03
• Wprowadzenie. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. • Klasyfikacja, budowa i rozwiązania	

konstrukcyjne narzędzi. Odmiany konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania. • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki rozwoju narzędzi skrawających, rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. • Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Wpływ sposobu geometrii narzędzi i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - wytyczne do projektu	
Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	K_W05, K_W07, K_W09, K_W17, K_U01, K_U09, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
• Wprowadzenie do systemów narzędziowych. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających,parametry procesu roboczego, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. • Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru. Wpływ geometrii ostrza na obróbkę. • Systemy narzędziowe dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Systemy narzędziowe dla obróbki rowków - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Systemy mocowania narzędzi - rozwiązania konstrukcyjne, zalety i wady poszczególnych rozwiązań, systemy modułowe. • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki badań i rozwoju w zakresie narzędzi skrawających oraz rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. Narzędzia mechatronicze i wielozadaniowe • Uchwyty obróbkowe przedmiotowe - zasady ustalania i mocowania, podstawy projektowania, uchwyty składane. • Podstawy metodyki badań doświadczalnych w technologii maszyn. Optymalizacja doboru systemów narzędziowych oraz parametrów skrawania z wykorzystaniem badań doświadczalnych. • Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Mocowanie narzędzi skrawających. Konfiguracja systemu narzędziowego. Mocowanie w obrabiarce sterowanej numerycznie. Pomiary systemów narzędziowych bezpośrednio na obrabiarce i ustawiakach zewnętrznych. • Badania wpływu geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór łamacza wióra, materiału narzędziowego. • Badania wpływu geometrii narzędzia i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Badania doświadczane i analiza wyników w zakresie wpływu geometrii narzędzia i parametrów skrawania na obciążenie wrzeciona. Dobór narzędzi i parametrów skrawania ze względu na charakterystykę napędu głównego. • Projektowanie uchwytów specjalnych. Projektowanie uchwytów składanych • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego frezowania - projekt	
Systemy sterowania silników	K_W06, K_U01, K_U06, K_U16, K_U17, K_U19, K_K01, K_K05

• Zarys rozwoju układów zapłonu i zasilania silników spalinowych. • Informacje na temat elementów elektronicznych stosowanych w sterownikach silników. • Pojęcie sterowania. Strategie sterowania silnikiem spalinowym. Fazy pracy silnika spalinowego i właściwe im procesy zachodzące w silniku. Sterowanie silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym w fazie rozruchu silnika. Proces nagrzewania silnika i sterowanie silnikiem w tym okresie pracy silnika. • Podstawy tworzenia mieszanki palnej w silniku o zapłonie iskrowym. Sterowanie procesem napełniania. Systemy o zmiennej geometrii układu dolotowego, sterowanie recyrkulacją spalin i doładowaniem. • Sterowanie rozrządem w systemach o zmiennych fazach rozrządu. Sterowanie zapłonem. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem pośrednim. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem bezpośrednim. • Tworzenie mieszanki i sterowanie procesem podawania paliwa w silnikach wysokoprężnych. Sterowanie silnikiem w fazie hamowania i układem pochłaniania par paliwa. • Sterowniki, układy wykonawcze w silnikach ZI i ZS i transmisja danych między układami elektronicznymi. • Procedury awaryjne sterowania silnikiem i układy OBD. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika indukcyjnego prędkości obrotowej. • Wyznaczanie charakterystyki czujników temperatury cieczy i powietrza. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia przepustnicy. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika ciśnienia bezwzględnego powietrza. • Wyznaczanie charakterystyki przepływomierza powietrza. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia pedału przyspieszenia. • Podsumowanie	
Techniki czystego spalania i energia biomasy	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
• Ogólne wiadomości o spalaniu. Fizyka spalania – podstawowe pojęcia. Rozprzestrzenianie się płomienia w mieszankach jednorodnych. Płomienie dyfuzyjne. • Kinetyka spalania. Szybkość reakcji chemicznych. Równowaga chemiczna. Stała równowagi chemicznej. • Utleniacze. Spalanie całkowite i zupełne. Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Współczynnik nadmiaru powietrza. Ilość i skład spalin. • Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw gazowych. Stechiometryczna kontrola spalania. Obliczanie współczynnika nadmiaru powietrza na podstawie składu spalin. • Wartość opałowa. Ciepło spalania. Sposoby określania wartości opałowej i ciepła spalania dla różnych rodzajów paliw. Wzory użytkowe. Temperatura spalania. • Energetyczna kontrola spalania. Bilans energii urządzeń spalających. Bilans dla kotła parowego. • Instalacje przemysłowe do spalania paliw wykorzystywane w procesach technologicznych. Ogólna charakterystyka paliw. Ogólna charakterystyka kotłów. • Zanieczyszczenia stałe i gazowe spalin. Ogólna charakterystyka zanieczyszczeń –tlenki azotu, tlenki siarki, tlenek węgla, pyły. Zanieczyszczenia organiczne spalin. • Podstawowe obliczenia z kinetyki chemicznej w oparciu o stałą równowagi chemicznej. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Określanie ilości spalin. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw gazowych. Ilość i skład spalin. • Obliczanie maksymalnej temperatury spalin. • Określanie temperatury punktu rosy dla spalin. Straty ciepła w procesie spalania. • Spalanie biogazu. Spalanie biomasy stałej. • Obliczenia emisji zanieczyszczeń w spalinach. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie, BHP. • Pomiar temperatury płomienia. • Wyznaczanie współczynnika nadmiaru powietrza. • Analiza składu spalin aparatem Orsata. • Profesjonalne analizatory spalin. • Pozyskiwanie biogazu z osadów ściekowych - analiza procesu technologicznego. • Badanie właściwości termofizycznych biopaliw.	

Technologia form	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17
• Narzędzia i przyrządy formierskie. Materiały formierskie i rdzeniowe. • Przeróbka mas formierskich. Badanie mas formierskich. • Metody formowania ręcznego. Mechanizacja wykonywania form i rdzeni. Suszenie form i rdzeni. • Układ wlewowy. Nadlewy i ochładzalniki. • Zalewanie form. Rysunek formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych i dzielonych • Badanie technicznych własności piasków i mas formierskich • Wykonywanie odlewów metodą formy pełnej. • Zasady obliczania układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich, obciążanie form. • Wykonanie projektu formy odlewniczej, obliczenia, rysunki.	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
• Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych – wykresy, formuły tablicowe, Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Kolokwium	
Technologia kół zębatych	K_W07, K_W09, K_W14, K_W16, K_W17, K_U01, K_U06, K_U11, K_U13, K_U16, K_U18, K_U20
• Podstawowe zagadnienia związane z technologią obróbki • Technologiczność konstrukcji kół zębatych. Dokładność wykonania kół zębatych. • Szczegółowy proces technologiczny obróbki różnych wariantów kół walcowych i stożkowych. • Obróbka otoczek kół zębatych. • Metody kształtowe i obwiedniowe obróbki kół zębatych. • Montaż kół zebatych • Zaliczenie i podsumowanie treści kształcenia • Projektowanie przekładni zębatych z uwzględnienieniem technologi obróbki • Narzędzia do obróbki kół zebatych • Obróbka kół zębatych stożkowych na szlifierce Klingenberg • Programowanie obróbki kół zębatych w systemach CAM • Prezentacja projektu	
Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	K_W05, K_W07, K_W14, K_U01, K_U02, K_U17, K_K03
• Wprowadzenie do technologii obróbki na obrabiarkach CNC • Omówienie warunków produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia obrabiarek CNC • Etapy projektowania procesu technologicznego dla potrzeb obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC) • Dokumentacja technologiczna, elektroniczne bazy danych, komputerowo wspomagane projektowanie procesów technologicznych • Dobór warunków obróbki: materiały obrabiane, narzędzia i parametry istotne podczas projektowania procesów technologicznych realizowanych na obrabiarkach CNC • Dobór warunków obróbki: strategie obróbkowe stosowane podczas obróbki na obrabiarkach	

CNC • Omówienie przykładowego procesu technologicznego opracowanego dla obróbki na obrabiarkach CNC • Przedstawienie i omówienie typowych strategii obróbkowych na wybranych cechach przedmiotu obrabianego i ich wpływu na proces • Zapoznanie z możliwościami oprogramowania do optymalizacji programów obróbkowych • Opracowanie własnego procesu technologicznego z zastosowaniem dostępnych środków technologicznych i narzędzi informatycznych	
Technologia topienia	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
• Wiadomości ogólne o topieniu metalu. Urządzenia do topienia. • Przygotowanie ciekłego metalu. Rafinacja i modyfikacja. • Technologia topienia żeliwa. Technologia topienia staliwa. • Technologia topienia stopów miedzi. Technologia topienia stopów aluminium. • Technologia topienia stopów magnezu, cyny i ołowiu. Kontrola jakości ciekłego metalu. • Kontrola temperatury ciekłego metalu. • Nieniszcząca metoda oceny struktury żeliwa. • Wyznaczanie właściwości odlewniczych żeliwa (lejność, skurcz). • Badanie wpływu temperatury ciekłego metalu i wysokości zalewania na jakość powierzchni odlewu. • Badania skłonności żeliwa do zabieleń.	
Technologie przetwórstwa tworzyw i kompozytów polimerowych	K_W04, K_W07, K_W09, K_U18, K_K01, K_K04, K_K06
• Wprowadzenie do przedmiotu. Przygotowanie tworzyw i kompozytów polimerowych do przetwórstwa. Właściwości przetwórcze tworzyw polimerowych. Uplastycznianie tworzyw polimerowych • Fizyczno - chemiczne metody przetwórstwa tworzyw polimerowych I rodzaju. Fizyczno - chemiczne metody przetwórstwa tworzyw polimerowych II rodzaju • Fizyczno - chemiczne metody przetwórstwa tworzyw polimerowych II rodzaju- cd. Chemiczno - fizyczne metody przetwórstwa tworzyw polimerowych. Problemy przetwórstwa tworzyw polimerowych • Klasyfikacja metod wytwarzania kompozytów polimerowych. Dobór metod wytwarzania. Produkty, narzędzia i materiały stosowane w procesie wytwarzania materiałów kompozytowych.Laminowanie ręczne i natryskowe. Przegląd metod, kryteria wyboru, rodzaje wyrobów. Wady wyrobów. • Metoda worka próżniowego Vacuum Bag, metoda infuzji RTM i VATRM. Materiały przekładkowe. Produkcja wielkoseryjna. Jakość wyrobów. • Technologia prepregów, wyroby dla lotnictwa. zbrojenie włóknami wysokomodułowymi (węglowymi, aramidowymi, hybrydowymi). Technologia autoklawowa – formowanie ciśnieniowe. • Prasowanie tłoczyw SMC (Sheet Moulding Compounds), Prasowanie tłoczyw BMC (Bulk Moulding Compounds), Pultruzja i nawijanie. Metody badań właściwości wyrobów kompozytowych w przemyśle. • Egzamin • Ocena właściwości przetwórczych tworzyw polimerowych na podstawie badań reometrycznych • Ustawianie parametrów wtryskiwania w przetwórstwie biopolimerów • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw polimerowych w warunkach przetwórstwa podczas wytłaczania za pomocą ekstruzjometru • Metoda laminowania ręcznego. Metoda worka próżniowego Vacuum Bag • Wyznaczanie właściwości mechanicznych kompozytów uzyskanych wybranymi metodami. Technologia prepregów. • Zaliczenie • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw polimerowych w warunkach przetwórstwa podczas wytłaczania za pomocą ekstruzjometru - projekt prostej głowicy wytłaczarskiej • Obliczenia krotności formy wtryskowej	
Technologie przyrostowe w wytwarzaniu wyrobów	K_W06, K_W09, K_U01, K_U07, K_U12, K_K06

• Student poznaje metody projektowania w wybranym programie 3D-CAD, które dedykowane są dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student poznaje sposoby przeprowadzenia procesu obróbki danych modelu 3D-CAD oraz w jaki sposób przygotować dane do procesu wytwórczego • Student poznaje wybrane systemy przyrostowego wytwarzania prototypów • Student poznaje pośrednie metody prototypowania tak, aby był w stanie samodzielnie wykonać prototyp • Student poznaje 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	
Technologie spawalnicze	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17
• Spawanie gazowe. Cięcie metali i stopów: rodzaje i metody, charakterystyka zastosowanie. • Spawanie elektrodą otuloną, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie aluminotermiczne parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Napawanie parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukowe w osłonach gazowych. Spawanie metodą GTAW, spawanie metodą GMAW, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie elektrożużlowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie plazmowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie laserowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie wiązką elektronową parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Zgrzewanie, metody zgrzewania. Zgrzewanie oporowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Lutowanie – metody, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Cięcie płomieniem gazowym. Cięcie plazmą • Zgrzewanie oporowe • Lutowanie miękkie i twarde • Natryskiwanie termiczne: ręczne i zrobotyzowane. • Spawanie zrobotyzowane.	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
• Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszaniny gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania.Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i	

temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas przemian. Praca techniczna, praca absolutna, praca obiegu. Sprawność termiczna obiegu. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty i pomiar wilgotności powietrza 8. Pomiar wartości opałowej paliw gazowych	
Tworzywa i kompozyty polimerowe	K_W04, K_W07, K_W09, K_K04
• Budowa chemiczna polimerów, uporządkowanie makrocząstek w polimerach. Rodzaje tworzyw polimerowych, klasyfikacja. • Agregaty kryształów lamelarnych, kinetyka krystalizacji, stopień krystaliczności, orientacja, uporządkowanie makrocząsteczek we włóknach. • Definicja kompozytu, klasyfikacja kompozytów; charakterystyka kompozytów ze względu na zbrojenie- kompozyty zbrojone włóknami, kompozyty dyspersyjne, kompozyty zbrojone cząstkami; ogólne wytyczne projektowania struktury kompozytów - właściwości sumaryczne i wynikowe. Związki konstytutywne. • Włókna stosowane do zbrojenia kompozytów –charakterystyka włókien szklanych, borowych, węglowych, korundowych, z węglika krzemu, Kevlaru, włókien naturalnych, włókien mineralnych. • Główne problemy związane ze zbrojeniem włóknami; połączenia między komponentami; wpływ typu połączenia na właściwości kompozytu; charakterystyka warstwy granicznej, ułożenie włókien. • Biotworzywa - podstawowe pojęcia, klasyfikacja, charakterystyka polimerów podwójnie zielonych. Przegląd głównych biotworzyw w kontekście właściwości i praktycznego zastosowania. • Napełniacze pochodzenia naturalnego stosowane w kompozytach o osnowie polimerów termoplastycznych • Prezentacja głównych metod przetwórczych biotworzyw i biokompozytów polimerowych z wyszczególnieniem bieżących trendów oraz prognoz. Problemy i wyzwania w przetwórstwie biotworzyw i biokompozytów polimerowych. • Istota problemu zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych. Przegląd metod recyklingu TS • Zaliczenie • Kompozyty warstwowe; otrzymywanie o różnym układzie warstw wzmocnienia (wzmocnienie jednokierunkowe, dwukierunkowe). • Badanie cech wytrzymałościowych kompozytu w zależności od układu warstw wzmocnienia (wytrzymałość na rozciąganie, moduł Younga). • Kompozyty warstwowe, metoda krótkiej belki, badanie udarności, wytrzymałość na zginanie. • Przygotowanie tworzyw polimerowych do przetwórstwa (suszenie, rozdrabnianie, mieszanie, modyfikowanie). • Skurcz tworzyw polimerowych.	
Tworzywa na formy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W07, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
• Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych. Główne materiały do sporządzania mas. • Masy klasyczne. Masy specjalne. Sypkie masy samoutwardzalne. Ciekłe masy samoutwardzalne. • Masy gipsowe. Powłoki ochronne, aktywne i wzmacniające. • Badania mas i materiałów formierskich. • Regeneracja mas formierskich. • Pobieranie materiałów i mas formierskich. Przygotowanie próbek do badań. Oznaczania wilgotności. • Oznaczanie składu ziarnowego. • Badanie właściwości wytrzymałościowych. • Oznaczania osypliwości. • Badanie przepuszczalności masy	

formierskiej • Oznaczanie zawartości lepiszcza w piaskach formierskich. • Oznaczanie wilgotności masy formierskiej	
Urządzenia energetyczne	K_W02, K_W04, K_W05, K_W07, K_W08, K_U04, K_U07, K_U08, K_U10, K_U17, K_K01, K_K03
• Rodzaje i postacie energii, przemiany energii pierwotnej w energię wtórną i jednostki energii. Zasoby energii w świecie i Polsce. Struktura zużycia pierwotnych źródeł energii. Paliwa: Spalanie paliw. Paliwa energetyczne: węgiel, ropa, gaz ziemny i metan z pokładów węgla i wysypisk komunalnych; Paliwa LPG. Biomasa. Wiadomości ogólne o maszynach i urządzeniach cieplnych; podział ze względu na typy i funkcje. Podstawowe przemiany energetyczne mające istotne znaczenie w praktyce. Współczesna elektrownia cieplna, klasyfikacja elektrowni. Blok energetyczny. Obieg porównawczy Clausiusa-Rankine'a modelujący siłownię kondensacyjną oraz maszyny i urzadzenia występujące w prostej siłowni kondensacyjnej. Sprawność chwilowa obiegu. Entalpowa i entropowa analiza obiegu siłowni parowej. Charakterystyczne parametry siłowni. Moduły technologiczne parowej siłowni kondensacyjnej. Woda w energetyce. Klasyfikacja wód surowych, zanieczyszczenia. Wskaźniki jakości wody. Skrócona i pełna analiza wody. Kotły: Bilans energetyczny, sprawność i straty cieplne kotła. Oznaczenia kotłów. Wielkości charakterystyczne kotłów. Klasyfikacja kotłów parowych. Typy paleniska i rusztu: Wpływ procesu spalania paliwa w palenisku na otoczenie. Kotły pyłowe. Kotły o parametrach nadkrytycznych. Kotły fluidalne w perspektywicznych technologiach energetycznych. Młyny węglowe i ich podział. Instalacje młynowe. Budowa i zasada pracy tłokowej maszyny parowej. Wady i zalety maszyn parowych. Sprężarki i wentylatory. Wentylatory promieniowe i osiowe. Przewody wentylacyjne. Pompy, wielkości charakteryzujące, układy i podział pomp. Turbiny: turbiny parowe i wodne wraz z urządzeniami pomocniczymi. Zasada pracy akcyjnych i reakcyjnych stopni turbiny. Prosta instalacja turbiny gazowej. Sprawność energetyczna instalacji. Maszyny i urządzenia tworzące układ turbiny gazowej; sprężarka, turbina gazowa, układ spalania, przekładnie zębate oraz układy: paliwowy, chłodzenia, rozruchowy, sterowania oraz olejowy. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych turbin. Schematy układów gazowo-parowych. Zastosowanie turbin gazowych w innych dziedzinach. Silniki wiatrowe. Wiatrak, podstawy teoretyczne; współczynnik wykorzystania mocy; kryterium Betza. Wyróżnik szybkobieżności. Właściwości i podział silników spalinowych. Budowa i zasada działania tłokowych silników spalinowych. Silnik Stirlinga jako przykład silnika spalinowego zewnętrznego spalania. Elementy układów cieplnych. Wymienniki ciepła: typy, metody obliczeń cieplnych i hydraulicznych. sposoby obniżania temperatury ścianki i poprawy równomierności przepływu czynników. Regeneratory: zalety i wady, przykłady zastosowań, metody obliczeń cieplnych. Zasobniki ciepła: konstrukcje, obliczanie, przykłady zastosowań. Odwadniacze: rodzaje, schematy zabudowy. Kominy: zasada działania, ograniczenia ekologiczne. Chłodnie wody przemysłowej. Chłodnie kominowe i wentylatorowe. Urządzenia chłodnicze. Sprężarki ziębnicze: typy, przykładowe rozwiązania konstrukcyjne, zasada działania, przykłady zastosowań, wady i zalety. Absorpcyjne urządzenia chłodnicze: zasada działania, stosowane czynniki chłodnicze. Pompy grzejne: sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne. Czynniki robocze parowych pomp grzejnych. Zastosowanie pomp grzejnych. Rury cieplne i ich zastosowanie. Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej i ciepła. Technologie wytwarzania skojarzonego energii elektrycznej i ciepła oraz technologie wykorzystujace odnawialne źródła energii. • 1. Informacje wstępne. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych	

realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów i ich niepewność pomiarowa. 2. Badanie rurowego wymiennika ciepła. 3. Bilans energetyczny płytowego wymiennika ciepła. 4. Wyznaczanie współczynnika wydajności chłodniczej urządzenia chłodniczego. 5. Bilans energetyczny przepływowego podgrzewacza wody. 6. Układ siłowni gazowej – analiza termodynamiczna za pomocą programu komputerowego. 7. Układ siłowni parowejj – analiza termodynamiczna za pomocą programu komputerowego. 8. Układ siłowni gazowo - parowej – analiza termodynamiczna za pomocą programu komputerowego. • 1. Obiegi porównawcze siłowni parowych i gazowych. 2. Obieg siłowni z międzystopniowym przegrzaniem pary. 3. Obieg siłowni regeneracyjnej. Obiegi rzeczywiste siłowni gazowych. 4. Przenikanie ciepła przez ściankę. 5. Współprądowe i przeciwprądowe wymienniki ciepła. 6. Krzyżowe wymienniki ciepła. 7. Gruntowe wymienniki ciepła przy pompach ciepła. Poziome i pionowe wymienniki ciepła. 8. Obliczenia projektowe systemów grzewczych.	
Wirtualne spawanie	K_W05, K_W09, K_U01, K_U07, K_U09
• Wiadomości wstępne. Charakterystyka stanowiska do spawania wirtualnego (symulatora). Omówienie metod spawania wirtualnego. Etapy przygotowania do spawania wirtualnego - omówienie modułów i podmodułów symulatora. • Wirtualne spawanie metodą TIG (różne rodzaje złączy, różne atmosfery ochronne). • Wirtualne spawanie metodą MIG (różne rodzaje materiałów, złączy spawanych i mieszanek gazów). • Wirtualne spawanie metodą MAG (różne rodzaje materiałów, złączy spawanych i mieszanek gazów). • Wirtualne spawanie metodą MMA (różne rodzaje materiałów i złączy spawanych, różne rodzaje elektrod).	
Wspomaganie CAx procesów przetwórstwa tworzyw i kompozytów	K_W01, K_W04, K_W07, K_W09, K_U07, K_U08, K_U09, K_U18, K_K01, K_K04, K_K06
• Wykorzystanie metody elementów skończonych do modelowania procesów przetwórstwa tworzyw polimerowych. Wprowadzenie do programu Autodek Moldflow Insight (AMI) – zapoznanie z przybornikiem i głównymi funkcjami/opcjami. • Analiza i praktyczne zastosowanie rodzajów siatek elementów skończonych stosowanych w AMI • Dane materiałowe wykorzystywane w modelowaniu (AMI). Stosowanie warunków brzegowych i początkowych (AMI) • Modelowanie procesu formowania wtryskowego na przykładzie wyrobu konkretnego przeznaczenia – Analiza płynięcia i docisku (Fill+Pack) • Zaawansowana analiza przetwórcza - Modelowanie układu wlewowego, chłodzenia, formy wtryskowej • Zaawansowania analiza przetwórcza – Interpretacja wyników przeprowadzonych symulacji • Symulacje procesu formowania wtryskowego materiałów polimerowych z krótkimi włóknami. • Analiza numeryczna niekonwencjonalnych metod przetwórczych – Wtrysk tworzywa z gazem (Mucell) • Symulacja procesu wytwarzania kompozytów włóknistych - przesycanie żywicą zbrojenia z zamkniętych formach (RTM – z ang. Resin tranfer moulding) • Modelowanie mikrostruktur kompozytów polimerowych z wykorzystaniem nowoczesnych technik komputerowych bazujących na metodach homogenizacji analitycznej i numerycznej (Digimat / Helium). • Wykorzystanie oprogramowania ANSYS Workbench w symulacjach wspomagających procesy przetwórstwa tworzyw polimerowych. Wprowadzenie do programu ANSYS Workbench. Zapoznanie z wybranymi funkcjami oprogramowania • Symulacje numeryczne procesu wytłaczania z wykorzystaniem modułu Polyflow • Symulacje numeryczne kompozytów warstwowych z wykorzystaniem modułu ACP • Zaliczenie	
Wymiana ciepła	K_W02, K_W05, K_W08, K_U01, K_U04, K_U08, K_K03

• 1. Różne rodzaje wymiany ciepła. Przewodzenie - prawo Fouriera, konwekcja - prawo Newtona, promieniowanie cieplne - prawo Stefana - Boltzmanna; 2. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez zwykłą i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę drążoną. Oporność cieplna przewodzenia; 3. Przenikanie ciepła przez ścianki. Współczynnik przenikania ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną. Cieplna oporność przenikania ciepła. Ogólne równanie przewodzenia z uwzględnieniem nieustalonego przewodzenia jedno- i wielowymiarowego, ze źródłami ciepła, w różnych układach współrzędnych; szczególne przypadki; 4. System przewodząco – konwekcyjny w przypadku ustalonej wymiany ciepła dla płaskiego żebra. Sprawność żebra; 5. Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, ciało półnieskończone z różnymi warunkami brzegowymi (stałej temperatury, stałego strumienia ciepła i warunkiem konwekcyjnym); 6. Konwekcja wymuszona. Przepływ lepki i nielepki. r. energii. Laminarna warstwa graniczna przy płaskiej płycie; równanie ciągłości i równanie pędu dla warstwy przyściennej; 7. Całkowa analiza laminarnej warstwy granicznej; całkowe równanie pędu, rozkład prędkość płynu, grubość laminarnej warstwy granicznej; 8. Równanie energii dla laminarnej warstwy granicznej przy płaskiej płycie. Termiczna warstwa graniczna; całkowe równanie energii; 9. Grubość termicznej warstwy granicznej, miejscowy i średni współczynnik przejmowania ciepła (liczba Nusselta). Zależność między tarciem w płynie, a wymianą ciepła; współczynnik tarcia, liczba Stantona, analogia Reynoldsa; 10. Konwekcja swobodna na przykładzie laminarnej warstwy granicznej przy pionowej płytce; siły masowe, równanie ruchu, równanie energii, liczba Grashofa, rozwiązanie na miejscową liczbę Nusselta; 11. Promieniowanie cieplne; właściwości ciał, emisyjność, tożsamość Kirchhoffa, prawo Plancka, reguła przesunięć Wiena ciała szare; 12. Współczynniki kształtu promieniowania, prawo wzajemności. Intensywność promieniowania i jej związek z natężeniem promieniowania ciał doskonale czarnych; 13. Promieniowanie między ciałami nieczarnymi; jasność i opromienienie, sieci promieniowania; 14. Ekrany. Promieniowanie poprzez medium absorbująco – przepuszczające; 15. Podsumowanie • 1. Ustalone, jednowymiarowe przewodzenie przez ściankę płaską i cylindryczną; 2. Ustalone jednowymiarowe przenikanie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną; 3. Ustalona wymiana ciepła za pośrednictwem żeber; 4. Nieustalona wymiana ciepła systemu skupionego i półprzestrzeni; 5. Konwekcja wymuszona bez zmiany fazy; 6. Konwekcja swobodna bez zmiany fazy; 7. Promieniowanie cieplne; 8. Kolokwium zaliczeniowe • 1. Informacje wstępne. Omówienie ćwiczeń realizowanych w ramach przedmiotu; 2.Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym; 3.Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem rurowym; 4. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego; 5. Doświadczalne określenie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach nieustalonej wymiany ciepła w ciele stałym; 6. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła w warunkach konwekcji swobodnej; 7. Doświadczalne sprawdzanie praw promieniowania; 8. Zaliczanie ćwiczeń laboratoryjnych	
Wymiana ciepła w procesach przetwórstwa	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U07, K_U08, K_K01
• Omówienie konieczności stabilizacji temperatury w systemach przetwórstwa tworzyw. Mechanizmy wymiany ciepła (przewodzenie-prawo Fouriera, konwekcja-prawo Newtona, promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna). Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez jednowarstwową i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę. Opór termiczny. Opór kontaktowy. Przenikanie ciepła przez przegrody. Ogólne równanie przewodzenia z uwzględnieniem nieustalonego przewodzenia jedno- i wielowymiarowego. System	

przewodząco – konwekcyjny. Sprawność i efektywność żebra. Układy dwuwymiarowe -współczynniki kształtu. Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, płytę, walec, kulę. • Fizyczny mechanizm konwekcji. Klasyfikacja przepływów. Warstwa przyścienna i termiczna warstwa przyścienna. Przepływ laminarny i turbulentny. Równanie różniczkowe konwekcyjnej wymiany ciepła-rozwiązanie dla płaskiej płyty. Bezwymiarowe równanie konwekcyjnej wymiany ciepła w postaci bezwymiarowej. Analogia między wymianą ciepła i pędu. Konwekcja wymuszona w kanałach okrągłych i prostokątnych- korelacje dla konwekcji wymuszonej dla różnych konfiguracji geometrycznych. Jednowymiarowy przepływu płynu przez kanały-równanie Bernoulliego. Opory przepływu. Analiza strat ciśnienia w układach. Rodzaje pomp. Charakterystyka przepływowa pompy i systemu. Bilans energetyczny wymiennika ciepła. Średnia logarytmiczna różnica temperatury. Rurki ciepła-zasada działania, budowa, ograniczenia zakresu pracy. Opór termiczny rurki ciepła. Obszary zastosowania rurek ciepła. Numeryczne metody obliczania pól temperatury – ogólna charakterystyka. Warunki brzegowo-początkowe. Metoda objętości kontrolnej (skończonej). Opis metody Gaussa-Seidela. Metoda elementów skończonych. Równania bilansu masy, pędu i energii. Przepływ turbulentny- rozszerzenie układu równań transportu o model turbulencji k-ε. • Właściwości promieniste ciał. Ciało doskonale czarne. Prawo Plancka. Emisyjność. Tożsamość Kirchhoffa. Reguła przesunięć Wiena. Ciała szare. Radiacyjny opór termiczny. Współczynniki konfiguracji (kształtu) promieniowania. Prawo wzajemności. Promieniowanie między ciałami szarymi. Tworzenie obwodów termicznych promieniowania. Ekrany.	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_W15, K_U09, K_U16
• Podsatwowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnetrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera • Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hookea • Skręcanie prętów o przekroju kołowym-analiza naprężeń i odkształceń • Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wytężenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_W15, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna. Linie ugięcia belek- metoda analityczno-wykreślna • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Próba rozciągania metali. Modelowe badania elastooptyczne.	
Zaawansowane systemy CAD/CAM	K_W05, K_U07, K_U09, K_U16, K_K03

• Opracowanie modeli 3D różnych typów części maszyn • Opracowanie złożeń różnych typów maszyn i mechanizmów. • Opracowanie dokumentacji technicznej 2D różnych typów części maszyn. • Automatyczne programowanie cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i badania weryfikacyjne opracowanych programów obróbkowych. • Analiza technologiczności obrabianych części. Zastosowanie narzędzi modelowania synchronicznego do modyfikacji geometrii modeli nieasocjatywnych. • Automatyczne programowanie indeksowanych cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i badania weryfikacyjne opracowanych programów obróbkowych.	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W07, K_W10, K_W12, K_W20, K_U07, K_U12, K_U18, K_K05
• Organizacja kontroli jakości w produkcji spawalniczej. Klasyfikacja wad złączy spawanych, zgrzewanych, lutowanych oraz wad napoin i warstw natryskiwanych cieplnie. • Klasy konstrukcji spawanych zgrzewanych i lutowanych oraz dopuszczalność wad złączy. Uprawnienia zakładów produkcyjnych do prac spawalniczych. Certyfikacja laboratoriów spawalniczych. • Program zapewnienia jakości prac spawalniczych. Księga jakości. Poziomy zapewnienia jakości. Podręcznik kontroli jakości, plan kontroli jakości i organizacja kontroli jakości. • Kontroler prac spawalniczych oraz personel prowadzący kontrolę jakości; wymagania kwalifikacyjne. Organizacja i przebieg kontroli jakości prac spawalniczych przed rozpoczęciem procesu, w czasie procesu oraz po zakończeniu procesu spawalniczego, (zastosowanie badań niszczących i nieniszczących) • Zużycie elektrod przy ręcznym spawaniu łukowym. Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO2 Zużycie drutu elektrodowego i topnika przy spawaniu łukiem krytym. Zużycie gazów przy cięciu tlenem. Zużycie energii elektrycznej prądu stałego i przemiennego. Czasy spawania, zgrzewania, lutowania, napawania oraz czasy cięcia. • Obliczanie czasu głównego i określenie pozostałych czasów. Kalkulacja kosztów procesów spawania, zgrzewania, lutowania i napawania oraz cięcia termicznego. • Obliczeniowe i empiryczne metody określania parametrów procesów spawalniczych. Wskaźniki techniczne oceny procesu spawalniczego. Prace naprawcze.	
Zarządzanie i optymalizacja procesów przetwórczych	K_W14, K_U07, K_U19, K_K06
• Wprowadzenie do przedmiotu. Metody kontroli. Statystyczna kontrola odbiorcza. Statystyczne sterowanie procesem (SPC). Badanie istotności wpływu czynników wejściowych procesu • Planowanie eksperymentów (DoE). Plany dwupoziomowe i trójpoziomowe. • Istota i kryteria optymalizacji procesów wytwarzania. Optymalizacja procesów na podstawie modelu matematycznego. Optymalizacja procesów bez znajomości modelu matematycznego. Optymalizacja wielokryterialna. • Branża przetwórcza tworzyw sztucznych w Polsce i na Świecie – fakty, trendy, prognozy. Optymalizacja procesów przetwórczych - analiza cyklu życia wyrobu z TS. • Podstawy normalizacji w przetwórstwie tworzyw sztucznych. Zasady korzystania z norm i literatury normalizacyjnej. Prawo patentowe w przetwórstwie tworzyw sztucznych. • Optymalizacja procesów przetwórczych z wykorzystaniem nowoczesnych metod: sztuczne sieci neuronowe, algorytmy genetyczne, logika rozmyta. • Nowoczesne techniki optymalizacji w przetwórstwie tworzyw sztucznych – metoda planów ortogonalnych Taguchi. • Egzamin • Program statyczny randomizowany kompletny. Program statyczny randomizowany blokowy. • Modelowanie procesu przy wykorzystaniu planu kompletnego	

zdeterminowanego dwupoziomowego z uwzględnieniem skutków interakcji. • Optymalizacja procesu formowania wtryskowego z użyciem planów ortogonalnych Taguchi. Przegląd głównych parametrów nastawnych i ocena ich wpływu na jakość wyrobu. • Symulacje procesu formowania wtryskowego z wykorzystaniem metod planowania eksperymentu i optymalizacji procesu przetwórczego w środowisku Autodesk Moldflow Insight. Dobór metody wytłaczania w stosunku do zastosowanego materiału polimerowego, przegląd głównych parametrów nastawnych i optymalizacja procesu. • Zaliczenie • Wprowadzenie do przedmiotu. Badanie zdolności maszyny i procesu • Projekt i analiza karty kontrolnej Shewarta. Projekt i analiza karty kontrolnej do oceny alternatywnej. • Zarządzanie projektami: charakterystyka proponowanej metody, dobór surowców i wtryskarki • Zarządzanie projektami: wymiary technologiczne wyrobu, tolerancje konstrukcyjne i techniczne, wymiary gniazda formującego, układ wlewowy. Zarządzanie projektami: bilans objętościowy, zapotrzebowanie na surowiec, analiza ekonomiczna. • Zaliczenie

Zarządzanie projektami	K_W10, K_W11, K_W18, K_U16, K_K03

• Wprowadzenie do przedmiotu. Inwestycje jako element strategii rozwoju przedsiębiorstwa • Ryzyko w ocenie opłacalności inwestycji. Procedury przygotowywania projektu • Studium finansowe projektu. Studium rzeczowe projektu • Źródła finansowania projektów. Metody oceny efektywności ekonomicznej inwestycji. Finansowe metody oceny projektów. Ekonomiczne metody oceny projektów • Zaliczenie • Wprowadzenie do przedmiotu. Ogólne zasady sporządzania rachunku efektywności ekonomicznej inwestycji • Praktyczne wykorzystanie miar ryzyka. Etapy przygotowania projektu • Instrumenty wykorzystywane do finansowania projektów • Metody oceny projektów. Cykl projektu inwestycyjnego • Zaliczenie

Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01

• Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. • Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czystsza produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. • Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. • Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. • Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. • Test • Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. • Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu

na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie	
Zastosowanie MES w budowie maszyn	K_W03, K_W05, K_W06, K_W15, K_U01, K_U06, K_U07, K_U09
• Wprowadzenie do graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES, omówienie interfejsu programu oraz poszczególnych etapów przeprowadzania analiz numerycznych na przykładzie jednoosiowego rozciągania • Modelowanie konstrukcji prętowych, belkowych przy użyciu elementów jednowymiarowych • Dwuwymiarowe zadanie teorii sprężystości. Analiza numeryczna komponentów osiowosymetrycznych. • Modelowanie komponentów trójwymiarowych z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia i utwierdzenia. Zagadnienia kontaktu ciał odkształcalnych • Praca konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym. Analiza konstrukcji powłokowej. • Badanie stateczności elementów konstrukcyjnych. Wyboczenie płyt cienkościennych • Drgania własne konstrukcji, wyznaczanie postaci i częstości drgań własnych • Zaliczenie w formie kolokwium	
Zastosowanie MES w technologii maszyn	K_W03, K_W06, K_W15, K_U07, K_U09
• Wprowadzenie do modelowania MES zagadnień nieliniowych i kontaktowych. Źródła nieliniowości w modelowaniu procesów technologicznych. Podstawowe wymagania programów opartych na MES w zastosowaniu do analizy zagadnień z zakresu technologii maszyn. 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 zagadnień technologicznych (głównie procesów plastycznego kształtowania metali i stopów). Modelowanie numeryczne procesu spęcznia na zimno w osiowosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Wpływ warunków tarcia na przebieg procesu. Modelowanie numeryczne procesu gięcia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników z uwzględnieniem sprężynowania. Wpływ właściwości kształtowanego materiału na wielkość sprężynowania po gięciu. Modelowanie numeryczne procesu wykrawania w płaskim stanie odkształcenia z zastosowaniem symetrii płaszczyznowej. Przygotowanie modeli do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego pręta o przekroju kołowym z wykorzystaniem różnych opcji przebudowy siatki dostępnych w programie. Prezentacja, analiza i porównanie uzyskanych wyników. Modelowanie procesu spłaszczania rury o różnych współczynnikach cienkościenności w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modeli oraz prezentacja wyników. Określenie wpływu cienkościenności rury na zmianę kształtu przekroju poprzecznego. Budowa modelu powłokowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami z zastosowaniem dociskacza i bez dociskacza, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników obliczeń. Modelowanie procesu wywijania kołnierza z zastosowaniem modelu powłokowego oraz osiowosymetrycznego, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja, analiza i porównanie wyników obliczeń. • Zapoznanie z budową i przeznaczeniem programów CAE do symulacji procesów wtryskiwania tworzyw sztucznych: MoldFlow MPA oraz MPI, import modeli CAD do srodowiska CAE. Modelowanie numeryczne technologii	

wtryskiwania w systemie MoldFlow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacja efektywności chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, projekt i optymalizacja układu wlewowego - imbalans ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE.	
Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	K_W05, K_W12, K_U02, K_U18, K_U19, K_K04
• Istota zarządzania produkcją. Tendencje rozwojowe w zarządzaniu produkcją. Geneza i rozwój systemów komputerowego wspomagania zarządzania produkcją MRP, ERP, SCM. • Prognozowanie i planowanie zagregowane produkcji. Istota prognozowania. Szeregi czasowe. Modele prognozowania. Błąd prognozy. Opcje decyzyjne i strategie planowania zagregowanego. • Planowanie i sterowanie zasobami produkcyjnymi – systemy MRP II. Rodzaje struktur produktów. Podsystem struktury wyrobów BOM. System planowania potrzeb materiałowych MRP. System planowania zdolności produkcyjnych CRP. • Planowanie i sterowanie przepływem produkcji – systemy PPC. Funkcje systemów planowania i sterowania produkcją PPC. Integracyjna rola systemów PPC. Funkcjonalne cechy systemów PPC. Systemy kierowania wytwarzaniem SFC. • Harmonogramowanie dyskretnych procesów produkcyjnych. Klasyfikacja problemów harmonogramowania. Szeregowanie zadań produkcyjnych na jednej maszynie. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego. • SAP ERP - wprowadzenie do zajęć, prezentacja systemu, GUI, nawigacja. Konfiguracja kont użytkownika. SAP ERP - Produkcja na zlecenie klienta. Moduł MM - konfigurowanie materiałów dla przykładowego wyrobu • SAP ERP - Produkcja na zlecenie klienta. Moduł MM, SD - konfigurowanie dostawców, odbiorców, rekordów informacyjnych, tworzenie struktury wyrobu -BOM, stanowiska robocze • SAP ERP - Produkcja na zlecenie klienta. Moduł PP - opracowanie marszruty technologicznej, opracowanie zlecenia klienta, zlecen planowanych, planowanie potrzeb materialowych, ustalenie zdolności produkcyjnych • SAP ERP - Produkcja na zlecenie klienta. Moduł PP - zlecenia produkcyjne, zapotrzebowania na zamówienia, przyjęcie surowców na magazyn, uruchomienie zleceń produkcyjnych, potwierdzenie realizacji zleceń • SAP ERP - Produkcja na zlecenie klienta. Modul PP - przyjecie wyrobow na magazyn, sprawdzenie stanów magazynowych, inne operacie magazynowe • Zaliczenie projektu	
Zrównoważony rozwój i jakość produkcji	K_W20, K_K01
• Wprowadzenie do zrównoważonego rozwoju. Cele i zadania zrównoważonego rozwoju • Inicjatywy i systemy zrównoważonego rozwoju. Koncepcje i strategie zrównoważonej produkcji • Zrównoważona środowiskowo działalność gospodarcza. Działania wspomagające zrównoważoną produkcję • Techniki wspomagające zrównoważone projektowanie i doskonalenie produktów • Zaliczenie	
Budowanie marki osobistej	K_W11, K_W20, K_U03, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
• Wprowadzenie do personal brandingu • Autodiagnoza i analiza potencjału • Określenie grupy docelowej i celów komunikacyjnych • Strategia marki osobistej • Wizerunek w środowisku cyfrowym • Autoprezentacja i storytelling • Etyka i autentyczność w budowaniu marki osobistej	

Ekonomika produkcji	K_W18, K_W20, K_U02, K_U11, K_U12, K_U18, K_K04
• Ekonomika i organizacja – istota, rozwój, cechy, podejścia badawcze • Pojęcie i cechy podmiotów gospodarczych, klasyfikacja, rejestracja • Przedsiębiorstwo jako organizacja. Funkcje przedsiębiorstwa • Przedsiębiorstwo. Produkcja. Otoczenie przedsiębiorstwa • Struktury oraz dokumentacja organizacyjna w przedsiębiorstwie • Aktywa trwałe i obrotowe przedsiębiorstwa, amortyzacja środków • Sprawozdawczość finansowa, bilans, rachunek zysków i strat • Inwestycje. Metody oceny opłacalności inwestycji • Etapy zakładania przedsiębiorstwa • Budowa struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa • Określenie zadań komórek organizacyjnych przedsiębiorstw • Sprawozdawczość finansowa przedsiębiorstw • Rachunek przepływów pieniężnych • Konsolidacja sprawozdań finansowych • Majątek trwały – amortyzacja	
Historia techniki	K_W09, K_W11, K_W13, K_W20, K_K01, K_K02
• Nauka i technika przed naukowcami. • Nauka i technika w starożytności. • Średniowieczna nauka i technologia. • Rewolucja naukowa w Renesansie. • Pomiary naukowe i komunikacja. • Oświecenie i rewolucja przemysłowa. • Nauka i technika XIX wieku. • Rozwój nowoczesnej nauki i technologii. • Wielka nauka i społeczeństwo postindustrialne. • Era informacji	
Język obcy - lektorat z języka angielskiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy - lektorat z języka francuskiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy - lektorat z języka niemieckiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05

• Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy - lektorat z języka rosyjskiego 1	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Podstawowe zasady funkcjonowania systemów i urządzeń technicznych. • Planowanie, instrukcje i przewidywanie rozwoju rozwiązań technicznych. • Opis procesów technologicznych. • Analiza form i struktur w kontekście technicznym. • Opis procesów w zależności od warunków i założeń technicznych. • Kolejność zdarzeń w opisie działania systemów technicznych. • Doskonalenie opisu procesów z zastosowaniem kolejności zdarzeń. • Opis budowy pojazdu i jego głównych układów. • Diagnostyka pojazdów, narzędzia serwisowe. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka angielskiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka francuskiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05

• Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka francuskiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka francuskiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka niemieckiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05

• Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 2	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Porównywanie rozwiązań i innowacji technicznych. • Formułowanie i przekazywanie komunikatów ostrzegawczych. • Udzielanie instrukcji i prowadzenie szkoleń technicznych. • Zasady – rozumienie i stosowanie reguł w środowisku technicznym. • Harmonogramy – przestrzeganie zasad i planowanie działań. • Wyrażanie zależności przyczyna–skutek w opisie procesów. • Kompleksowy opis systemów technicznych i energetycznych. • Odnawialne źródła energii w transporcie. • Opis budowy i serwis turbin wiatrowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 3	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Incydenty – relacjonowanie i opisywanie incydentów technicznych. • Postęp – raportowanie postępów prac i wydarzeń z przeszłości. • Dźwig – analiza specyfikacji konstrukcji technicznych. • Określanie metody i celu działań technicznych. • Wiercenie – etapy realizacji zadania w przemyśle wydobywczym. • Wynalazki – porównywanie rozwiązań technicznych i wyników testów. • Charakterystyka materiałów i metody badań. • Mechanika ogólna - omawianie tarcia. • Omawianie automatyzacji procesów przemysłowych. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Język obcy – lektorat z języka rosyjskiego 4	K_U01, K_U03, K_U04, K_U05
• Raporty – sporządzanie dokumentacji dochodzeniowej. • Wyposażenie – określanie materiałów i ich zastosowań. • Opisywanie właściwości materiałów. • Pogłębianie analizy właściwości materiałów. • Zagrożenia – przewidywanie zagrożeń i ocena ryzyka. • Innowacje – porównywanie i kontrastowanie nowoczesnych rozwiązań technicznych. • Materiały w zastosowaniach przemysłowych. • Omawianie elementów elektrotechniki i elektroniki samochodowej. • Omawianie podstaw automatyki i robotyki. • Ćwiczenia utrwalające dotychczasowy materiał.	
Komunikacja interpersonalna, negocjacje i kompetencje społeczne	K_W05, K_W11, K_W20, K_U03, K_U12, K_K01, K_K04
• Wprowadzenie do komunikacji interpersonalnej • Style i techniki komunikacji • Kompetencje społeczne w relacjach interpersonalnych • Komunikacja w sytuacjach trudnych • Wprowadzenie do negocjacji • Strategie i techniki negocjacyjne • Zastosowanie praktyczne i podsumowanie	
Rachunek kosztów dla inżynierów	K_W18, K_U02, K_U11, K_U12, K_U18, K_K04
• Rachunek kosztów jako instrument zarządzania przedsiębiorstwem Pojęcie i istota rachunku kosztów. Rola i zadania rachunku kosztów. Dobór systemu rachunku kosztów • Ewidencja i rozliczanie kosztów: Rachunek kosztów w układzie rodzajowym, według miejsc powstania, kalkulacyjny układ kosztów • Systemy rachunku kosztów: metody wyodrębniania kosztów stałych i zmiennych, rachunek kosztów pełnych i zmiennych • Analiza progu rentowności produkcji jedno i wieloasortymentowej • Rachunek nośników	

kosztów: kalkulacja podziałowa, kalkulacja doliczeniowa • Podstawy rachunku kosztów planowanych: • Zaliczenie • Pomiar i wycena zużycia czynników produkcji. Podstawowe przekroje klasyfikacyjne kosztów • Metody wyodrębniania kosztów stałych i zmiennych • Modele rachunku kosztów:rachunek kosztów pełnych, rachunek kosztów zmiennych • Wyznaczanie progu rentowności • Kalkulacja podziałowa prosta, kalkulacja podziałowa ze współczynnikami • Kalkulacja doliczeniowa • Zaliczenie	
Wprowadzenie do procesów produkcyjnych	K_W09, K_W11, K_W13, K_W20, K_K02
• Wprowadzenie. Zarys rozwoju techniki. Klasyfikacja materiałów. • Rozwój metod wytwarzania materiałów • Metody kształtowania wyrobów metalowych (przeróbka plastyczna, obróbka skrawaniem, obróbka cieplna) • Łączenie elementów konstrukcyjnych - metody i zasady doboru. • Elementy procesu technologicznego • Obróbka wykończeniowa	

5. Praktyki i staże studenckie

Podstawowym celem praktyki zawodowej jest nabycie umiejętności praktycznych, uzupełniających i pogłębiających wiedzę uzyskaną przez studenta w toku zajęć dydaktycznych na uczelni. Realizacja praktyk stwarza możliwość potwierdzenia i rozwoju kompetencji zawodowych studenta w ramach wybranego kierunku kształcenia i/lub specjalności, zapoznania się z zaawansowanymi rozwiązaniami technicznymi a także uzyskania wiedzy specjalistycznej i umiejętności jej praktycznego zastosowania, uczestniczenia w realizacji konkretnych projektów i rozwiązywaniu rzeczywistych problemów Praktyki zawodowe dają studentom możliwość poznania specyfiki funkcjonowania firmy a także ukształtowania postaw pożądanych przez pracodawców i współpracowników (właściwej organizacji pracy, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania). Praktyka zawodowa jest traktowana, jako odrębny moduł kształcenia i podlega zaliczeniu. Sposób organizacji praktyki zawodowej określa Zarządzenie Rektora w sprawie zasad organizacji praktyk dla studentów Politechniki Rzeszowskiej. Studenci chcąc poszerzyć swoje doświadczenie zawodowe mogą również odbywać dodatkowe praktyki, w dowolnym wymiarze czasowym. Praktyki dodatkowe mogą być realizowane w trakcie przerwy wakacyjnej.