

Program studiów

Mechanika i budowa maszyn

pierwszego stopnia

Cykl kształcenia: 2019/2020

Profil studiów: ogólnoakademicki



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
Specjalności realizowane na kierunku	studia stacjonarne: Specjalność: Alternatywne źródła i przetwarzanie energii Specjalność: Inżynieria odlewnictwa Specjalność: Inżynieria spawalnictwa Specjalność: Komputerowo wspomagane wytwarzanie Specjalność: Napędy mechaniczne Specjalność: Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów Specjalność: Pojazdy samochodowe - Samochody Specjalność: Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe Specjalność: Programowanie i automatyzacja obróbki studia niestacjonarne: Alternatywne źródła i przetwarzanie energii Inżynieria odlewnictwa Inżynieria spawalnictwa Komputerowo wspomagane wytwarzanie Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów Pojazdy samochodowe - Samochody Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe Programowanie i automatyzacja obróbki
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	210
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: Specjalność: Alternatywne źródła i przetwarzanie energii: 2595 Specjalność: Inżynieria odlewnictwa: 2625 Specjalność: Inżynieria spawalnictwa: 2625 Specjalność: Komputerowo wspomagane wytwarzanie: 2595 Specjalność: Napędy mechaniczne: 2595 Specjalność: Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów: 2595 Specjalność: Pojazdy samochodowe - Samochody: 2595 Specjalność: Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe: 2595 Specjalność: Programowanie i automatyzacja obróbki: 2595 studia niestacjonarne: Alternatywne źródła i przetwarzanie energii: 1575 Inżynieria odlewnictwa: 1575 Inżynieria spawalnictwa: 1575 Komputerowo wspomagane wytwarzanie: 1577 Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów: 1575 Pojazdy samochodowe - Samochody: 1575 Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe: 1575 Programowanie i automatyzacja obróbki: 1599
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier

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 wspomaganie 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 dobrać odpowiednie technologie wytwarzania produktów oraz parametry procesu produkcyjnego	P6S_WG
K_W08	Ma uporządkowaną wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu 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 wspomaganie	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, regulach 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 stosowanych w nauce i technice, w sposób komunikatywny, precyzyjny i zrozumiały w środowisku inżynierów ale także poza nim, także w języku obcym, różnego 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	Potrąfi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich	P6S_UW
K_U13	Posiada umiejętność posługiwania się systemami normatywnymi oraz konkretnymi normami i regulami	P6S_UW
K_U14	Potrąfi 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	Potrąfi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń mechanicznych oraz prostych działań projektowych obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne	P6S_UW
K_U16	Potrąfi 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	Potrąfi 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 standardowych metod i narzędzi	P6S_UW
K_U19	Potrąfi 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 opiniodawczą i kulturotwórczą rolę społecznej absolwenta wyższej uczelni, prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera oraz przestrzega zasad etyki zawodowej i profesjonalizmu	P6S_KO
K_K03	Potrąfi 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	Potrąfi 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, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

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

3.1. Specjalność: Alternatywne źródła i przetwarzanie energii, stacjonarne

3.1.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	117 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	92 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	49 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=247&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	

4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	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	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	MD	Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania 1	15	15	15	0	45	3	N	
6	MD	Energia słoneczna i ciepła biosfery	45	15	15	15	90	6	T	
6	DJ	Język obcy 4	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	
6	MD	Poszanowanie energii	15	0	30	0	45	3	N	
6	MD	Urządzenia energetyczne	30	15	15	0	60	4	N	
6	MD	Wymiana ciepła	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 6			180	90	135	15	420	30	3	0
7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	MD	Energetyka wód i atmosfery	30	0	15	15	60	6	T	
7	MD	Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania 2	15	0	15	0	30	4	T	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MD	Ogrzewnictwo i wentylacja	15	0	0	15	30	4	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 7			75	0	30	120	225	30	2	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1215	555	585	240	2595	210	17	7

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

3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	16
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	5
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	46 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	443 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	24 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	182 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	68.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	213 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	22
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	195.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=247&C=2019>

3.1.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=247&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie odpowiedzialności za bezpieczeństwo i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesami i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06

• Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Ekologia rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczonych powietrza, wód i gleby. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwoj i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna.	
Energetyka wód i atmosfery	K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_U15, K_U17, K_K01, K_K03
<p>• 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 Weibulla i Rayleigh'a. Średnioroczny potencjał energetyczny wiatru. • Układy konstrukcyjne turbin wiatrowych: o osi poziomej, i pionowej: Savoniusa i Darriusa. Turbiny otwarte i z otulenianiem 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 wydobycia 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. Pomiar 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 Larrabego do określenia podstawowych parametrów geometrycznych turbiny. Turbina o minimalnych stratach indukowanych. Liczba łopat, geometria i konstrukcja łopat turbiny. Wybór rozkładu współczynnika siły nośnej wzdłuż powierzchni łopaty. • Znaczenie aerodynamiczne geometrii łopaty. Sposób określenia 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 mierzące. Jednowymiarowy model ruchu równomiernego w kanale otwartym. Równanie Bernoulliego dla kanałów otwartych. Spadek niwelacyjny i hydrauliczny kanału. Promień hydrauliczny. Ruch podkrytyczny (spokojny) i nadkrytyczny (wący). Głębokość krytyczna. Wydatek krytyczny. Krytyczna liczba Froude'a. Zjawisko odsoko hydraulicznego Bidone'a i jego zastosowania: (wałka 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, Francis, Deriaza, Banki-Michella-Stellera, Peltona, Gilkesa. Moc i wyróżnik szybkoobrotowości. Zakresy stosowości poszczególnych rozwiązań. Sprawność turbiny wodnej. Równanie Euletra dla turbiny wodnej. Rury ssawne. Typy elektrowni wodnych: przepływowa, z detrywacją kanałową i detrywacją rurową. Przepływy. Elementy konstrukcyjne elektrowni. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurowodami ciśnieniowymi. Obliczenia 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</p>	
Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania 1	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
<p>• Ogólne wiadomości o spalaniu. Fizyka spalania – podstawowe pojęcia. Rozprzestrzenianie się płomienia w mieszkach jednorodnych. Płomienie dyfuzyjne. • Kinetyka spalania. Szybkość reakcji chemicznych. Równowaga chemiczna. Stała równowagi chemicznej. • Utlenczenie. 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. Obliczenie współczynnika nadmiaru powietrza na podstawie składu spalin. • Wartość opałowa i ciepło spalania. Sposób określenia ciepła spalania dla różnych rodzajów paliw. • Wzory użytkowe. • Temperatura spalania. • Energetyka spalania. • Kontrola spalania. Bilans energii uwalczanej i odbieranej. Bilans dla kolia parowej. • 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, pył. 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. • Wyznaczenie współczynnika nadmiaru powietrza. • Analiza składu spalin aparatem Orsat'a. • Profesjonalne analizatory spalin. • Pozyskiwanie biogazu z osadów ściekowych - analiza procesu technologicznego. • Badanie właściwości termofizycznych biopaliw.</p>	
Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania 2	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
<p>• Techniki czystego spalania – ograniczenie emisji składników toksycznych w urządzeniach przemysłowych. Spalanie w złożu fluidalnym. Oczyszczanie paliwa – metody oczyszczania węgla. • Oczyszczanie spalin. Metody odpylania spalin – odpyłacz 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 syntezą metanolu. Eتانol jako ciekła forma biomasy. • Biogaz jako źródło energii odnawialnej. Mechanizm powstawania biogazu. Źródła i technologia pozyskiwania biogazu. • Energetyczne wykorzystanie biogazu. Małe układy CHP na biogaz. • Biopaliwa. Bilans energetyczny pozyskiwania biopaliw. Pojęcie i rodzaje biopaliw. • Spalanie paliw w ogniwach spalających. Klasyfikacja ogniw paliwowych. • Analiza składu paliw gazowych. • Określanie wilgotności biomasy. • Wyznaczenie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych. • Wyznaczenie ciepła spalania lekkich paliw ciekłych. • Wyznaczenie stałej bomby kalorymetrycznej. • Oznaczenie ciepła spalania i wartości opałowej biomasy stałej za pomocą bomby kalorymetrycznej. • Automatem pomiar ciepła spalania paliw stałych. • Zaliczenie laboratorium.</p>	
Energia słoneczna i ciepła biosfery	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
<p>• Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie ciepłe - mechanizm generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania ciepłego gazów oraz ciał stałych i ciekłych, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie - promieniowanie elektromagnetyczne z ośrodkiem, maksymalność - absorpcyjność, ciało szare. • Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca - powstawanie widma emisyjnego Słońca - ciała doskonale czarne, prawa Stefana-Boltzmana, temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena - rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja – pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przezroczystości atmosfery, siła absorpcja w niejednorodnym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Parametry ruchu orbitalnego Ziemi - wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: pochylenie osi obrotu Ziemi, punkty równonocy i przesilenia, kształt orbity, ekscentryczność, aphelium i peryhelium, precesja osi ziemskiej, precesja orbity Ziemi, bezpośredni wpływ parametrów ruchu orbitalnego na promieniowanie słoneczne, klimat i jego wpływ na promieniowanie słoneczne. • 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 powierzchni - 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 autokonwekcyj, 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 trójkomorowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatru, zjawiska i wiatry lokalne. • Systemy promieniowania ciepłego wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja śródnic szerokości geograficznych, cyklony - Antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. • Obieg wody i globalna cyrkulacja oceaniczna: bilans wody, mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, wody powierzchniowe, wody podziemne, ustrój cieplny oceanu, rozkład temperatury i zasolenia, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, fale głęboko i płytkowodne, pływy, prądy morskie – charakterystyka, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt. • Fotosynteza: główne cykle geochemiczne, cykl węgla, rezerwuary i przepływy węgla, cykl powiązane - cykl tlenu i wapnia, procesy kontrolujące przepływy, proces fotosyntezy, filogeneza organizmów fotosyntezujących, sprawność procesu. W1 • Energia słoneczna - właściwości: czas słoneczny - czas strefowy, równanie czasu, droga Słońca po nieboskłonnie, deklinacja i kąt godzinny, geometria układu Słońce – absorber, wschód i zachód Słońca dla płaszczyzny pochylonej, wykres pozycji Słońca, następczenie i ustępczenie, pomiar promieniowania słonecznego, parametry i składowe promieniowania słonecznego – tabele nasłonecznienia, określanie składowych promieniowania słonecznego przy niepełnych danych, opromienianie powierzchni absorbującej, modele promieniowania słonecznego - Liu-Jordana i model anizotropowy, współczynniki korekcyjne, pochylenie optymalne odbiornika. • Zasoby energii słonecznej; zasoby energii słonecznej na świecie i w Europie, zasoby energii słonecznej w Polsce i na Podkarpaciu, sezonowa i terytorialna zmienność warunków słarnych, przebieg dobowe nasłonecznienia i uśloniecznienia, optymalizacja ustawienia kolektora w warunkach Podkarpacia, zmienność klimatyczna warunków słarnych, 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 cieplne: bilans energetyczny kolektora, współczynnik tramsyjny-absorpcyjny, transmisja energii w układzie otoczenie-pokrycie-absorber, współczynnik tramsyjno-absorpcyjny dla promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, współczynnik odprowadzenia ciepła, straty cieplne kolektora, sprawność kolektora, wpływ parametrów kolektora na sprawność, dane techniczne kolektorów cieplnych. • Podstawowe elementy układów, rodzaje kolektorów, kolektory płaskie, kolektory próżniowe, cieple robocze, przekazywanie i magazynowanie energii cieplnej, zbiorniki buforowe, zbiorniki warstwowe, systemy pasywne i aktywne, układy CWU, układy CWU/CO, układy wieloźródłowe i wieloobrotowe, współpraca kolektorów słonecznych z pompami ciepła i innymi źródłami ciepła. • Pompy ciepła: zasada działania, podział i zastosowanie pomp ciepła, efektywność pomp ciepła, sprężarkowe pompy ciepła – zasada działania, obieg termodynamiczny i czynniki robocze, sorpcyjne pompy ciepła – obieg termodynamiczny, mieszaniny robocze – właściwości i zakresy pracy, schematy technologiczne, elementy układów z pompami ciepła, wykresy Stankey'a, elementy pomp ciepła, dolne i górne źródło ciepła – wpływ na właściwości pompy, dolne źródła ciepła – rodzaje i właściwości, przybliżone obliczenie dolnego i górnego źródła, charakterystyki pomp ciepła, praca pompy ciepła w systemach cieplnych. • 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 właściwości, kolektory niskociśnieniowe – zastosowanie i budowa, kolektory sztywne, rodzaje i właściwości absorberów, instalacje kolektorów powietrznych. • Stawy słoneczne: rodzaje, budowa i zasada działania, zastosowania. Kominy słoneczne: budowa i zasada działania, zastosowanie i właściwości energetyczne, instalacje istniejące i planowane. • Konwersja fotowoltaiczna: fizyka efektu fotowoltaicznego, budowa ogniw słonecznych, rodzaje ogniw fotowoltaicznych, materiały i wpływ temperatury na sprawność ogniw, zastosowanie koncentratorów, zastosowania ogniw fotowoltaicznych, hybryda kolektor słoneczny – ogniwo fotowoltaiczne, elementy pomocnicze układów, rodzaje systemów fotowoltaicznych, systemy autonomiczne – zastosowanie i elementy składowe, systemy grid connected – rodzaje i budowa, elektrownie fotowoltaiczne, energetyka fotowoltaiczna – stan aktualny i perspektywy. • 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 heliosteryczna – stan aktualny i perspektywy, projekt „Desertec”, kuchnie słoneczne. • Energia geotermalna: mechanizm generacji, gradient geotermalny, natura i</p>	

rodzaje źródeł geotermalnych, baseny hydrotermalne, możliwości wykorzystania ciepła geotermalnego, geotermia na świecie, europejskie i polskie zasoby geotermalne, polskie instalacje geotermalne, organizacja odbioru ciepła, charakterystyka nośnika ciepła, wymagania materiałowe, elektrycznie i ciepłownie geotermalne - podstawowe schematy technologiczne. Energia termiczna otoczenia: charakterystyka zasobów, realizacja techniczna konwersji na energię elektryczną. • Wpływ ustawienia powierzchni płaskiej na moc absorbowanego promieniowania słonecznego. • Wyznaczenie charakterystyki ciepczego kolektora niskotemperaturowego. • Wpływ konstrukcji płaskiego kolektora ciepczego na jego właściwości. • Zależność współczynnika efektywności oraz sprawności pracy pompy ciepła od parametrów dolnego i górnego źródła ciepła. • Sezonowa zmiana profilu temperatury w gruncie w oczeniu kolektora spiralnego dolnego źródła pompy ciepła. • Charakterystyka elektryczna ogniwia fotowoltaicznego. • Wpływ temperatury pracy ogniw na sprawność konwersji fotowoltaicznej. • Projekt instalacji grzewczej w budynku mieszkalnym lub budynku użyteczności publicznej produkującej ciepłą wodę oraz ciepło grzewcze na potrzeby centralnego ogrzewania w oparciu o sprężarkową pompę ciepła, kolektory słoneczne i trzecie uzupełniające źródło ciepła wysokotemperaturowego. 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.	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
• Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pod. 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 eksperymentalnej 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
• Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i klady: obrót punktu dookoła prostej rzutującej, kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziaki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Włociościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebiecia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cehowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określenie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metoda europejskiej na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnego programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, spręgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, ciepłe, chemiczne, powstające. Rysunki rysunek i wytyczanie uszczelnień i krzyż. • Test zaliczeniowy. • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków. zajęcia na pracowni komputerowej. Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancja geometryczna), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn. • Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytywte, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytyczarki i wytyczarko-frezarki: Wytyczarki, Wytyczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki koparki. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice, Przeciągarki: Cechy charakterystyczne, Odmianny rodzaj strugarek, Szlifarki: Charakterystyka, Szlifarki do wałków kłowych, Szlifarki do wałków kłowych, Szlifarki do stwórków, Szlifarki do płaszczyzn, Szlifarki ostrzarki, Obrabiarki do oskrawania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uezbień: Charakterystyczne cechy kształtowania uezbień, Metody obróbki uezbień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uezbień kół walcowych, Szlifarki Nilesa, Szlifarki Maaga, Obrabiarki do uezbień: Charakterystyczne cechy kształtowania uezbień, Metody obróbki uezbień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uezbień kół walcowych, Szlifarki Nilesa, Szlifarki Maaga, Szlifarki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifarki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC, Centra obróbkowe CNC. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Szlifarka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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. 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 i z warunkami przybliżonych. • Programy do obliczeń przybliżonych 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
• Aksjomatyczna teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotomiczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciąguowa, otoczeniowa i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna 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. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
• Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne: równania pierwszego rzędu i ich rozwiązywanie. Zależności między równaniami różniczkowymi. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnego i liniowe. Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. • Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w calce wielokrotnej.	
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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węgłem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Stalowo i stali niestopowa • Żelazo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne i z metalograficzne • Badania metalograficzne • Metalografia metalów • Odkształcenie plastyczne; Zgniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi • Stal niestopowa • Odlewnicze stopy żelaza	

<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2</p> <p>• Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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</p>	<p>K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13</p>
<p>Mechanika ogólna 1</p> <p>• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Wzajemne reakcje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statyczne rozwiązywalne i przesyżnione. • Wektor momentu siły względem biegunu i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły względem biegunu i osi, twierdzenie o parach sił, zmiana biegunu momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Wzajemne reakcje, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klokowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toższenie, 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 bryły • 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, TK04-TK08, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu bryły. • Tarcie, hamulec taśmowy i klokowy, tarcie toższenie • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu bryły, równowaga układu podpór w łożyskach. • Środki ciężkości układów bryły 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 bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,</p>	<p>K_W02, K_W03, K_U09, K_K03</p>
<p>Mechanika ogólna 2</p> <p>• 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Ruch gładki punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne i drgania własne, przykłady. • Dynamika punktu, zasady energetyczne, środki energii, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK05 • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu bryły, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07, TK08, TK09 • Energia kinetyczna bryły, układu bryły, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pędu. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu bryły. Przykłady</p>	<p>K_W02, K_W03, K_U09, K_K03</p>
<p>Mechanika płynów</p> <p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium gładkości: liczba Knudsen. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu. Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu - równanie Eulera. Całki Cauchy'ego równania Eulera; dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zweźka Venturii'ego, kryza ISA, Rotamet. Zasada działania gaźnika i strumieniicy. 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: maszyn przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyn wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyn przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa. Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie 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: Reynolds, Macha, Euler, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowo-symetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulenty. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowski uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty 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 nienuitonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział bryły na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Dynamiki siły 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 Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zabłokowanie przewodu.</p>	<p>K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03</p>
<p>Miernictwo i systemy pomiarowe</p> <p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarys okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarys 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 i falistość powierzchni. • Pomiar wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar 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.</p>	<p>K_W08, K_W20, K_U08</p>
<p>Napęd i sterowanie maszyn</p> <p>• 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 i wydajności; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmocniacze i serwomechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; sprzężenie mechaniczne i przez układ sterowania; sztywność kinematyczna sprzężenia. Interpolacja – rodzaje i realizacja. • Podział układów sterowania obrabiarek. Osie współrzędności 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.</p>	<p>K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04</p>
<p>Obróbka skrawaniem i narzędzia</p> <p>• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania. Płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezłukowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej i laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunku rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tocarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłosew wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania i laserowej elektroerozyjna i laserowa. zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tocarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów</p>	<p>K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01</p>
<p>Ochrona własności intelektualnej</p> <p>• 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</p>	<p>K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01</p>
<p>Odlewnictwo i spawalnictwo</p> <p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawalniczych. Budowa złącza spawalniczego. • Spawanie gazowe i spawanie ciepłe metalu • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali</p>	<p>K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01</p>
<p>Ogrzewnictwo i wentylacja</p> <p>• 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</p>	<p>K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01</p>

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 kotłowni dla kotłowni wbudowanych. Dobór typu, ilości i wielkości kotłownic. Charakterystyka i parametry przewodów 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, wietrzna. 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 typu i konstrukcja. Rury ciepłe. Sprężarkowe i absorpcyjne systemy w klimatyzacji. Ekonomiczne. Niekonwencjonalne systemy regeneracji ciepła. Ciepłe wymienniki ciepła. Wykonanie projektu instalacji centralnego ogrzewania wodnego z wymaganymi obiegami 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.	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki w charakterystyki w automacie Podstawowe cechy i parametry układów liniowych Obiekt regulacji Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji Jakość układów regulacji Regulatory Zasady syntezy układów regulacji Wybrane problemy układów nieliniowych Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. Chwytki: klasyfikacja chwytków, chwytki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PFP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne i kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. Wyznaczanie przestrzeni roboczych i symulacja Elementy układu regulacji Układy pomiarowe. Programowanie przebiegów czujnika pomiarowego (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Układ 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne - dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Układ 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Układ 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej Charakterystyki w automacie Układ 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Układ 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmisji przejścia każdego z termoelementów) Układ 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwornika elektrycznego. Wyznaczenie modułu logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. Próba identyfikacji bastanęgo czwornika (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Układ 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. Analiza i synteza układów regulacji Układ 1. Programy symulacyjne (program Coda lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Układ 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Układ 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla danego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: k < kkr, k = kkr, k > kkr. Dla k < kkr wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy i logarytmicznych charakterystyk Układ 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla k = kkr. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodykę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. 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 Zrobonyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> 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 - przykłady Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcja 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. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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, rodzaje, podział pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe, budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, podstawowe układy stałego - rodzaje, budowa, zasada działania Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe Tranzystory - rodzaje, właściwości, zastosowania Tyristory - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. Elementy optoelektroniczne. Bramki 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. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja i prawa maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia statyczne i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczenia. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej Elementy tribologii. Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i obliczeń wytrzymałościowych tych połączeń i technologii 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. Zyskowość, samohamowność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpustowych, klinowych, wielowypustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. Elementy podatne 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. Żywność i dobór łożysk tocznych. Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła przymusowe. Dobór i obliczenia sprzęgieł. Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy technologiczne, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obrotów, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych, odchyłek kształtu, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. Przekładnie mechaniczne. Metody analizy układów kinematycznych. Przekładnie walcowe o zębach prostych. Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyproru, linia przyproru, odcinek przyproru, wskaźnik przyproru. Prawa ząbienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyproru. Metody obróbki kół zębatach. Zarys odmiesienia. Wpływ rozsunęcia osi na współpracę kół. Graniczna liczba zębów. Korekta technologiczna i konstrukcyjna użębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekta P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekta kół walcowych śrubowych. Linia przyproru. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, 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. Korekta 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 ząbienia i sprawność całkowita przekładni. Korekta koła ślimakowego i odległości osi po korekcie. Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia zębnostające 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. Podstawy napędu hydrostatycznego. Algorytm projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD) Modele systemu i procesi eksploatacji maszyn i urządzeń I: Zaprojektowanie elementu znośnego według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia walka metodą wykresino - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obrotów i powierzchni, uwag technologicznych, odchyłek kształtu, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. 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 zakładowych nitowanych i spawanych. Laboratorium - temat 2: Wyznaczenie 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. Żywność łożysk. Zużycie łożysk. Laboratorium - temat 5: Wyznaczenie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatach i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktora. Laboratorium - temat 7: Wyznaczenie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. Laboratorium - temat 8: Wyznaczenie sprawności reduktora ślimakowego. Laboratorium - temat 9: Wyznaczenie obrotów tarczowych walka maszynowego. Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła klowego przeciążeniowego. Laboratorium - temat 11: Wyznaczenie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiąc kół zębatach i przekładni zębatach. Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. Laboratorium - temat 14: Wyznaczenie sprawności poszczególnych stopni biegów. Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. Projekt I: Zaprojektować sprzęgła wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "n", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Wykonać schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatach. Dobrac łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. 	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_U15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. Model pręta ściskanego-rozciągającego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w przecie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownicy 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. Linowy 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 siatki 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. • Metody tworzenia modelu MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES. 	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>Podstawy technologii maszyn</p> <ul style="list-style-type: none"> Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi 	K_W01, K_W02, K_W05, K_W11, K_U01, K_U04, K_U07, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01, K_K04
<p>Poszanowanie energii</p> <ul style="list-style-type: none"> Audytinng energetyczny -podstawowe określenia, definicja audytinngu, audytinng pełny, rozszerzony. Sposoby podejścia podczas realizacji audytinngu • Cel audytinngu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego • Nakłady i efekty w przedsiębiorstwach 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, drzewi, systemy grzewcze i wentylacyjne. Przynajmniej strat ciepła • 7. 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 audytinngu. 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. Określenie 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 	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>Praktyka kierunkowa</p> <ul style="list-style-type: none"> Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAX). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<p>Przeróbka plastyczna</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 odkształceniowych. • Tłoczenie; informacje o przebiegu ciśnienia, gęstości i kształtowania wyłaczka. • Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, szkieletne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuki i materiału na przebieg procesu tłoczeniowego. • Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. • Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie 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 jakośc powierzchni przecięcia). • Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gęcia blach (wyznaczanie charakterystyki gęcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). • Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). • Spreczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). • Walcowanie paszków blachy (porównanie zmierzchni siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczanie współczynnika tarcia). • Kształtowanie wyrobu tłoczonego operacje gęcia; rozszczepienie i dobór układu wyrobu w taśmie. • Obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłocznika i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarciania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. • Wielowykrojowe kucie odkuki typu korbowodu; wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych; dobór wielkości młota. Kucie odkuki typu tulei na kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. • Prasowanie (wyciskanie) odkuki typu zaworu; określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących. 	K_U02, K_W04, K_W07, K_U09, K_U04, K_U08, K_K03
<p>Przetwórstwo tworzyw sztucznych</p> <ul style="list-style-type: none"> Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, użytkowniki • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych; pełnienie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości wyrobów w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości termodynamicznych 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 lepkościoprężystych 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 wytrzymałości, 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 	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<p>Systemy komputerowe CAD</p> <ul style="list-style-type: none"> Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowania 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 	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<p>Technologia informacyjna</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • 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. Wyznaczenie algorytmów liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	K_U02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<p>Termodynamika techniczna</p> <ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmannna. 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. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszaniny). Charakterystyczne właściwości przemian gazów doskonałych, obieg Carnota, obieg Rankine’a, obieg Rankine’a z podgrzaniem, obieg Rankine’a z podgrzaniem i podgrzaniem spalania paliw gazowych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni 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 ciepła. 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 systemy, 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 właściwości powietrza i powstawania algebry liniowej. Spalanie paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 	

10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.	K_W02, K_W04, K_W05, K_W07, K_W08, K_U04, K_U07, K_U08, K_U10, K_U17, K_K01, K_K03
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
<ul style="list-style-type: none"> • Rodzaje i postacie energii, przemiany energii pierwotnej w energię wtórną i jednostki energii. Zasoby energii w świecie i Polsce. Struktura zużycia pierwotnych źródeł energii. Palivo: Spalanie paliw. Paliwa energetyczne: węgiel, ropa, gaz ziemny - stan i perspektywy węgla i wycisk 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 ciepła, klasyfikacja elektrowni. Blok energetyczny. Obieg porównawczy Clausiusa-Rankine'a modelujący silownię kondensacyjną oraz maszyny i urządzenia występujące w prostej silowni kondensacyjnej. Sprawność chwilowa obiegu. Entalpia i entropowa analiza obiegu silowni parowej. Charakterystyczne parametry silowni. Moduły technologiczne parowej silowni kondensacyjnej. Woda w energetyce. Klasyfikacja wód surowych, zanieczyszczone. 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 cieplne. Pompy, wielkości charakterystyczne, 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: paliwowe, 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 szybkości. Właściwości i podział silników spalinalnych. Budowa i zasada działania tłokowych silników spalinalnych. Silnik Stirlinga jako przykład silnika spalinalnego 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. Zasadniki ciepła: konstrukcje, obliczanie, przykłady zastosowań. Odwadniacze: rodzaje, schematy zabudowy. Kominy: zasada działania, ograniczenia ekologiczne. Chłodnie wody przemysłowej. Chłodnie kominowe i wentylatorowe. Urządzenia chłodnicze: Sprężarki zięlnicze: typy, przykładowe rozwiązania konstrukcyjne, zasada działania, przykłady zastosowań, wady i zalety. Adsorpcyjne urządzenia chłodnicze: zasada działania, stosowane czynniki chłodnicze. Pompy grzejne: sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne. Czynniki robocze parowych pomp grzejnych. Zastosowanie pomp grzejnych. Rury ciepłe 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 płynowego wymiennika ciepła. 4. Wyznaczanie współczynnika wydajności chłodniczej urządzenia chłodniczego. 5. Bilans energetyczny przepływowego podgrzewacza wody. 6. Bilans energii cieplnej w zasobniku układu CHP. 7. Efektywne pompy ciepła. 8. Badanie wentylatora osiowego. • 1. Obiegi porównawcze silowni parowych i gazowych. 2. Obieg silowni z międzystopniowym przegrzaniem pary. 3. Obieg silowni regeneracyjnej. 4. Wzrost wydajności silowni gazowych. 4. Współprądowe wymienniki ciepła. 5. Przeciuprądowe wymienniki ciepła. 6. Krzywe wymienniki ciepła. 7. Gruntowe wymienniki ciepła przy pompach ciepła. Poziome i pionowe wymienniki ciepła. 8. Obliczenia projektowe systemów grzewczych. 	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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
<ul style="list-style-type: none"> • 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 - zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody. • Opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyposażeniem i 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: zchłystnienie, skurcz, przytupienie, 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 praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (płynny 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
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Różne rodzaje wymiany ciepła. Przewodzenie - prawo Fouriera, konwekcja - prawo Newtona, promieniowanie cieplne - prawo Stefana - Boltzmana; 2. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez zwykłą i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę drażoną. Oporność cieplna przewodzenia; 3. Przenikanie ciepła przez ścianki. Współczynnik przenikania ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną. Ciepła oporność przenikania ciepła. Ogólne równanie przewodzenia z uwzględnieniem nieustalonego przewodzenia jedno- i wielowymiarowego, ze źródłami ciepła, w różnych układach współrzędnych; szczególne przypadki; 4. System przewodzący - konwekcyjny w przypadku ustalonej wymiany ciepła dla płaskiego zebra. Sprawność zebra; 5. Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, ciało półnieskończone z różnymi warunkami brzegowymi (stałe) 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. Gałkowa analiza laminarnej warstwy granicznej; całkowite równanie pędu, rozkład prędkości płynu, grubość laminarnej warstwy granicznej; 8. Równanie energii dla laminarnej warstwy granicznej przy płaskiej płycie. Termiczna warstwa graniczna; całkowite równanie energii; 9. Grubość termicznej warstwy granicznej, miejscowy i średni współczynnik przenikania ciepła (liczba Nusselta). Zależność między tarciem w płynie a wymianą ciepła; współczynnik tarcia, liczba Stanton, analogia Reynolds'a; 10. Konwekcja swobodna na przykładzie laminarnej warstwy granicznej przy pionowej płycie; siły masowe, równanie ruchu, równanie energii, liczba Grashofa, rozwiązanie na miejscową liczbę Nusselta; 11. Promieniowanie cieplne: właściwości ciała, emisyjność, tożsamość Kirchhoffa, prawo Plancka, reguła przesunięcia 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. Ekran. Promieniowanie poprzez medium absorbujące - przepuszczające; 15. Podsumowanie • 1. Ustalono, jednowymiarowe przewodzenie przez ściankę płaską i cylindryczną; 2. Ustalono jednowymiarowe przenikanie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną; 3. Ustalono wymiana ciepła za pośrednictwem zebra; 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 uprządkowanego; 5. Doświadczalne określenie współczynnika przenikania ciepła w warunkach nieustalonej wymiany ciepła w ciele stałym; 6. Wyznaczanie współczynnika przenikania ciepła w warunkach konwekcji swobodnej; 7. Doświadczalne sprawdzanie praw promieniowania; 8. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 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 ścisnienie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne - prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-stacyna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia - wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadek szczególnej płaszczyzny stanu naprężenia • Skreślenie pręta • Skreślenie pręta o przekroju kołowym - założenie o przekrojach niekołowych - pręta skreślane. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skreślane • Skreślenie prętów o przekrojach niekołowych - założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skreślenie 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 składowe, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • Wytyczenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego - Beltrami, energii odkształcenia postaciowego - Hubera, Misesa, Hencky'ego • Charakterystyki geometryczne figur płaskich • Rozciąganie i ścisnienie prętów prostych - analiza pręta rozciąganego, układy pręty, projektowanie przekrojów prętów • Dwuwymiarowy stan naprężenia - zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra • Skreślenie prętów o przekrojach kołowych - analiza pręta skreślane, projektowanie przekrojów prętów skreślane • Skreślenie prętów o przekrojach niekołowych, 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_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek - metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna - sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych - wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste - wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • 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 Weresczagina, 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 płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antisymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (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 • Stacyna próba rozciągania, ściślna próba rozciągania • Stacyna próba ściskania, próba udamności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zaliczenie 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbkowa, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietykowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standardyowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (rodzaj maszyn technologicznych, materiały wyroby, składowe procesy technologiczne, zasobniki energii, składowe zasoby energii, składowe zasoby energii elektrycznej, woda, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów w wybranych aspektach znaczących. Ekompas I - Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekompas II - Awaryjne. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. 	

3.2. Specjalność: Inżynieria odlewnictwa, stacjonarne

3.2.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	117 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	103 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&T=html&S=1429&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	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	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MG	Kryształizacja stopów	15	0	30	0	45	2	N	
6	MG	Maszyny i urządzenia odlewnicze	15	0	0	0	15	3	N	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MG	Metody odlewania	30	0	30	0	60	4	T	
6	MG	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MG	Programowanie robotów przemysłowych	15	0	30	0	45	2	N	
6	MG	Stopy odlewnicze	30	0	30	0	60	3	N	
6	MG	Technologia form	30	0	0	30	60	4	T	
Sumy za semestr: 6			195	30	165	45	435	30	3	0
7	MG	Badania odlewów	15	0	30	0	45	4	N	

7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
7	MG	Technologia topienia	15	0	30	0	45	5	T	
7	MG	Tworzywa na formy odlewnicze	15	0	30	0	45	5	T	
Sumy za semestr: 7			60	0	90	90	240	30	2	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1215	495	675	240	2625	210	17	7

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

3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	379 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	39
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	22 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	150 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	16
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	97.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	148 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	27
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	221.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1429&C=2019>

3.2.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1429&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

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	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modelem wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca, samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
• Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia łąkowych. Ekologia 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.	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
• Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, ped. 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; zjawiska 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 • Elektron w potencjale okresowej sieci krystalicznej • Dyfrakcja cieczi maszyn • Teoria zaliczenia • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowej, wykres 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
• Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady: obrót punktu dookoła prostej (rzucającej), kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzucającej, znajdowanie rzeczywistych włości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobów: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Włóściany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebiega wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiega powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiega powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cehowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowo, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniu. Tolerowanie wymiaru, kształtu, polerzenia. • Oznaczenie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczenia • Rzutny Mnożenie. Układ odniesienia. Układ punktu. Obraz punktu. Obraz prostej. Ślady prostej, określenie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. •	

Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostokątne na ściany sześciąną metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprężeli, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy.	
Krystalizacja stopów	K_W04, K_W07, K_W14, K_U08, K_U10, K_U17
• Wiadomości wstępne: siła pędna, równowagowa temperatura krystalizacji i równowagowy współczynnik rozdziálu 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 eutektyki i ich klasyfikacja. Szybka krystalizacja. Kształtowanie pierwotnej struktury odlew. • 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 krystalizację żelwa. Kształtowanie struktury żelwa 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 szybka krystalizację.	
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.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn. Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie. Cechy techniczno-uzupełniowe maszyn. Układ funkcyjny maszyny. Układ roboczy maszyny. Kształtowanie powierzchni. Ruchy w maszynie. Podział ruchów. Ruchy kształtowania. Ruchy podziałowe. Ruchy nastawcze. Ruchy skrawania. Układ kształtowania maszyny. Układ konstrukcyjny maszyny. Podstawowe zespoły maszyn. Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny. Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek. Tokarki kłowe, Tokarki uchwytove, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. • Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki koparki. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne. Odmianny przeciagarek. • Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szliferek. Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn. Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osiekowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne. Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uezbień: Charakterystyczne cechy kształtowania uezbień, Metody obróbki uezbień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uezbień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Szlifierki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifierki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC. Centra obróbkowe CNC. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Szlifierka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_U01, 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. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji splekanych. • 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 numeryczne rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych I. 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_U01, K_U09, K_K03
• Aksjomatyka teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotomiczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągłości, otoczeniowa i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej, twierdzenie Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie z zespolonych. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. • Całki nieoznaczone. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całki oznaczone. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całki niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_U01, K_U09, K_K03
• Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne: równanie różniczkowe i jego rozwiązanie. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielnych, jednorodnie, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu: równania liniowe. • Rachunek całkowy: całki podwójne i potrójne. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w całce wielokrotnej.	
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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węgłem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Stalowo i stal niestopowa • Żelwiwo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia liościowa • Odkształcenie plastyczne: Zgniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • 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 cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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 i ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statyczne rozwiązywalne i przesyżnione. • Wektor momentu siły względem bieżnia i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieżnia momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klokowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie tocznia, 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 katowe 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 klokowy, tarcie tocznia • 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Ruch drgający punktu, charakterystyki	

	<p> ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK03, TK05 • Geometria masy, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. • Dynamika równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się kółka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07, TK08, TK09 • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</p>
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
	<p> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. 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. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zweźka Venturii'ego, kryza ISA, Rotamet. 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 Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ścisłego i nieściśłego. 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 osiowy symetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynu rzeczywistych. Przepływ mierzący laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsovo uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Odlewanie rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w rurociągach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyn niemiętowoski. 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 dynamicznych gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrtyczny i nadkrtyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu.</p>
Metody odlewania	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
	<p> • Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciagle • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe. • Gravitacyjne odlewanie kokilowe. • Odlewanie precyzyjne. • Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form. • Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.</p>
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
	<p> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarys okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarys 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 i falistość powierzchni. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie do inżynierii odwrotnej.</p>
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
	<p> • 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 toczone; 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 przepływu; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwo mechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.</p>
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
	<p> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania. Płyni obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezębien. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie przelotowe. Ciernia obróbka powierzchniowa. • Obróbka strugowa. Obróbka strugowa i zastosowanie. Obróbka elektroerozyjna i laserowa. plazmowej, struga wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunku rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezębien. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów</p>
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
	<p> • 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</p>
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
	<p> • Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złącza spawanego. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i ciepłe metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali</p>
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
	<p> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytek, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytek. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Manipulowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie przodnie kinematyki. Wyznaczanie przyspieszeń robotycznych i ich symulacja • Elementy układu regulacji Ćw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe: czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Ćw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Ćw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciagle, cyfrowe regulatory ciagle, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Ćw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciaglej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciaglej. • Charakterystyki w automatyce Ćw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Ćw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Ćw. 3. Charakterystyki członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej członka elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk amplitudowej i fazowej • Próba identyfikacji badanego członka (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Ćw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Ćw. 1. Programy symulacyjne (program Codaś lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych</p>

<p>elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmożenia kkr dla danego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmożenia. $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k = k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznymi charakterystykami Bode. Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatora w układzie sprzężeniowym z uwzględnieniem wpływu ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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</p>	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>Podstawy elektrotechniki i elektroniki</p> <p>• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy i 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 - przykłady • Pole magnetyczne - wielkość pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcja 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. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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, zasady ich wykonania. • Połączenia rozłączne elementów maszyn. Rodzaje tych połączeń. Połączenia gwintów. Rodzaje i geometria gwintów. Rozkład sił w połączeniu gwintowym. Moment tarcia na gwincie i powierzchni oporowej. Zyskowość, samohałmność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpułstowych, klinowych, wielowypustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podtanie • 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 podtanie. Sprzęgła przysmowa. Dobór i obliczenia sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obróki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, tolerancji i wykończenia powierzchni. Wykonać obliczenia walną metodą wykreslinową - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</p>	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 1</p> <p>• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja i standardy maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obciążenia zmęczeniowe. Obciążenia statyczne i zmiennie elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy tribologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i obliczeń wytrzymałościowych tych połączeń i technologia ich wykonania. • Połączenia rozłączne elementów maszyn. Rodzaje tych połączeń. Połączenia gwintów. Rodzaje i geometria gwintów. Rozkład sił w połączeniu gwintowym. Moment tarcia na gwincie i powierzchni oporowej. Zyskowość, samohałmność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpułstowych, klinowych, wielowypustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podtanie • 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 podtanie. Sprzęgła przysmowa. Dobór i obliczenia sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obróki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, tolerancji i wykończenia powierzchni, uwag technologicznych.</p>	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 2</p> <p>• Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatych. Łuk przyproru, linia przyproru, odcinek przyproru, wskaźnik przyproru. Prawa ząbienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-lukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyproru. Metody obróbki kół zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunienia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcia technologiczna i konstrukcyjna uziebienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcia P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie pasowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Ząbienie kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcia kół walcowych i śrubowych. Linia przyproru. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, ich geometria i kinematyka. Przełożenie, prędkość ślizgania i zakres stosowania tych przekładni. • Przekładnie stożkowe z kołami o zębach prostych i skośnych. Ząbienie i graniczna liczba zębów. Wymiary geometryczne kół stożkowych. Korekcia 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 ząbienia i sprawność całkowita przekładni. Korekcia koła ślimakowego i odległości osi po korekcie. • 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 łańcuchowych. • Podstawy napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania (CAD). • Metody systemów i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezgodność elementów odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • 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 zakładowych 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 zębatokowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatych i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego łańcuchowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium - temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych walną mechaniczną. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła łożyskowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiące 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 wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "n", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Wykonać schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Dobrac łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.</p>	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<p>Podstawy MES</p> <p>• Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia pręta ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla pręta 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 granicznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 2D i 3D. • Modelowanie belki skośnej 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. • Metody tworzenia modeli MES w współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i uwzględnienia MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES.</p>	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<p>Podstawy technologii maszyn</p> <p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykacjach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytych obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową tocznego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>Praktyka kierunkowa</p> <p>• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy Cax). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>Programowanie robotów przemysłowych</p> <p>• 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 omówienia 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, przyspieszeń i obciążeń robota spawalniczego z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Budowa zaawansowanych stacji spawalniczych.</p>	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
<p>Przeróbka plastyczna</p> <p>• Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. Mechanizm odkształceń plastycznych; umocnienie plastyczne; zjawiska towarzyszące odkształcaniu plastycznemu; 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 cicia, gniecia i kształtowania wytworów. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkudki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg</p>	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09

<p>procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie wykrwania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej) i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczenie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90°). - Wylaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczenie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wylaczania). - Sprężanie wałków w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczenie energii uderzenia białka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Walcowanie paszków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje gięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów silowych, dobór typu tłoczni i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznych; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wierzani międzyoperacyjnego; określenie parametrów silowych 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 kuzniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. - Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów silowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących.</p>	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pelzanie, 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 mechanicznego • Wspomaganie komputerowe • Wzrost i mikrostruktura stopów miedzi • Wytłaczanie tekstu. Operacje i zasady • Zastosowanie identyfikacji gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkościowych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczenie 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 form wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie</p>	
Stopy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
<p>• Odlewnicze stopy żelaza. Odlewnicze stopy aluminium. Odlewnicze stopy magnezu. • Odlewnicze stopy miedzi. Odlewnicze stopy tytanu. • Odlewnicze stopy niklu. Odlewnicze stopy żarostojące i żaroodporne – stopy kobaltu i niklu. • Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne stopów odlewniczych. • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczne stopów odlewniczych. • Badania mikrostrukturalne żelwa. • Badania mikrostrukturalne staliwa. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów niklu. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów kobaltu. • Mikrostruktura odlewów ze stopów aluminium.</p>	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<p>• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie brylowe. • 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 forenka. • 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</p>	
Technologia form	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
<p>• 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 niezdziałnych i działnych • Wykonanie rdzeni. • Formowanie z obieraniem. • 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.</p>	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<p>• 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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edycja tekstów. Dokumenty i pliki. Zasady tworzenia i pisanie tekstów. Wytłaczanie tekstu. Operacje i zasady • Zastosowanie identyfikacji gatunkowa tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja danych, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy średnie, 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją</p>	
Technologia topienia	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
<p>• Wiadomości ogólne o topieniu metali. Urządzenia do topienia. • Przygotowanie ciekłego metalu. Rafinacja i modyfikacja. • Technologia topienia żelwa. Technologia topienia staliwa. • Technologia topienia stopów miedzi. Technologia topienia stopów aluminium. • Technologia topienia stopów magnezu, cynny i ołowiu. Kontrola jakości ciekłego metalu. • Kontrola temperatury ciekłego metalu. • Nieniszcząca metoda oceny struktury żelwa. • Wyznaczenie właściwości odlewniczych żelwa (lejność, skurcz). • Badanie wpływu temperatury ciekłego metalu i wysokości zalewania na jakość powierzchni odlewu. • Badania skłonności żelwa do zabielenia.</p>	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<p>• Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmann. 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. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszaniny). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych: obieg Otto, Diekla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznej - pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s. Tabele pary nasyconej, Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejalna. 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 powstających spalin podczas spalania paliw gazowych, ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzianie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczenie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsat'a 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczenie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.</p>	
Tworzywa na formy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
<p>• 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 żelazowego. • Badanie właściwości wytrzymałościowych. • Oznaczanie wilgotności substancji – masa, objętość i objętość właściwa • Oznaczanie zawartości lepszysza w piaskach formierskich. • Oznaczanie wilgotności masy formierskiej</p>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<p>• 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 waładowy (Beep test - 20 m).</p>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<p>• 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: zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody. - oponowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody. - oponowanie 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: zachłystnięcie, skurcz, przytupienie, 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 praca 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.</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<p>• 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 materiałowo-stacyczna 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 gniących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń,</p>	

<p>podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • Wytyżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltrami, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego • Charakterystyki geometryczne figur płaskich • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętów, projektowanie przekrojów prętów • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, kolo naprężeń Mohra • Skrećanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrećanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych</p>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<p>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • 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 Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów, Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabre, 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 • Zaliczenie</p>	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<p>• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie. • Awary przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (rodzaj maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. Ekomapa I - Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapa II - Awary. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.</p>	

3.3. Specjalność: Inżynieria spawalnictwa, stacjonarne

3.3.1. Parametry planu studiów







Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	117 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	100 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1425&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	

4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Naped i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	MG	Badania nieniszczące złączy spawanych	30	0	30	0	60	4	T	
6	MG	Badania niszczące złączy spawanych	15	0	30	0	45	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MG	Metalurgia procesów spawalniczych	30	0	30	0	60	3	T	
6	MG	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MG	Programowanie robotów przemysłowych	15	0	30	0	45	2	N	
6	MG	Technologie spawalnicze	30	0	30	0	60	3	T	
6	MG	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	15	0	0	0	15	3	N	
Sumy za semestr: 6			195	30	195	15	435	30	4	0
7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	MG	Naprzężenia i odkształcenia spawalnicze	15	0	30	0	45	5	T	
7	MG	Obróbka cieplna złączy spawanych	15	0	30	0	45	5	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
7	MG	Projektowanie konstrukcji spawanych	15	0	0	30	45	4	N	
Sumy za semestr: 7			60	0	60	120	240	30	1	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1215	495	675	240	2625	210	17	7

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

3.3.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	401 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	39
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	22 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	150 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	17
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	99.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	130 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	27
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	218.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1425&C=2019>

3.3.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1425&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

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 niszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań niszczących. • 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 metalograficzne złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz warstw nakładanych metodami spawalniczymi. • Badania własności mechanicznych złączy. • Badania odporności złączy spawanych i zgrzewanych na pęknięcie. Badania odporności na korozję złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. • Badania odporności na ścieranie i odporności na korozję warstw napawanych i natyskiwanych cieplnie. • Analiza norm krajowych i międzynarodowych dotyczących badań niszczących złączy. • Wymagania jakościowe dotyczące typowych konstrukcji spawanych; budynków, zbiorników, mostów, suwnic, dźwigów, rurociągów oraz rurowych konstrukcji lądowych i morskich. • Analiza dopuszczalności niezgodności spawalniczych na przykładzie norm i przepisów krajowych i zagranicznych. • Badania metalograficzne makroskopowe połączeń spajanych. • Badania metalograficzne mikroskopowe połączeń spajanych. • Badania wytrzymałości i plastyczności złączy spawanych.	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne w zakresie ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej i dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynnik ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> 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, kinetyka teoria gazów. Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne. Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jadra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy, Teoria Drudego. Podstawy eksperymentalnej mechaniki kwantowej: zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fala 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 – styfry Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury krystalicznej 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
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. Obroty i klady: obrót punktu dookoła prostej zrujtującej, kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierztującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobów: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. Wielościąny: rzuty wielościąnow, rozwinięcia wielościąnow, punkty przebiecia wielościąnow prostą, przenikanie wielościąnow. Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cehowany. Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowanie, mieszanie, wymiarowanie od bazy konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określenie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Klady. Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym: omówienie ogólnego programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, spręgieł, hamulców, sprężyn. Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. Test zaliczeniowy. Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzucie prostokątnym) zastosowanie przekrojów, wybranie, wymiarowanie rysunku przedmiotu. Wykonanie podstawy modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie i tolerowanie), tolerowanie i wybranie, element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn. Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie. Cechy techniczno-użytkowe maszyn. Układ funkcjonalny maszyny. Układ roboczy maszyny. Kształtowanie powierzchni. Ruchy w maszynie. Podział ruchów. Ruchy kształtowania. Ruchy podziałowe. Ruchy nastawcze. Ruchy skrawania. Układ kształtowania maszyny. Układ konstrukcyjny maszyny. Podstawowe zespoły maszyn. Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny. Układ kinematyczny maszyny. Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek. Tokarki kłowe. Tokarki uchwyłowe. Tokarki tarczowe. Tokarki karuzelowe. Tokarki rewolwerowe. Automaty tokarskie. Przeznaczenie i podział wiertarek. Wiertarki stołowe. Wiertarki słupowe. Wiertarki stojkowe. Wiertarki promieniowe. Wiertarki rewolwerowe. Wiertarki wielowiercionowe. Gwinciarzki. Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki. Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek. Frezarki wspornikowe. Frezarki bezwspornikowe. Frezarki wzdłużne. Frezarki koparki. Przecinarki: Cechy charakterystyczne. Przecinarki ramowe. Przecinarki taśmowe. Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek. Strugarki poprzeczne. Strugarki wzdłużne. Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne. Odmianny przeciagarek. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek. Szlifierki do wałków kłowe. Szlifierki do wałków bezłkowe. Szlifierki do otworów. Szlifierki do płaszczyzn. Szlifierki ostrzarki. Obrabiarki do oskewania i docierania. Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej. Obrabiarki elektroerozyjne. Obrabiarki elektrochemiczne. Obrabiarki ultradźwiękowe. Obrabiarki do uzeblenia: Charakterystyczne cechy kształtowania uzeblień. Metody obróbki uzeblień kół walcowych. Dłutownice. Dłutownice Maaga. Dłutownice Fellowsa. Frezarki obwiedniowe. Metody szlifowania uzeblień kół walcowych. Szlifierki Nilesa. Szlifierki Maaga. Szlifierki Reishauera. Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych. Strugarki i frezarki Gleasona. Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie. Tokarki CNC. Frezarki CNC. Szlifierki CNC. Obrabiarki do kół zębatych CNC. Centra obróbkowe CNC. Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspomniowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Szlifierka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> 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 przymiar 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
<ul style="list-style-type: none"> Aksjomatyczna teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotomiczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciąg liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągłości, otoczenia i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna 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, wyznacznik jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie okręgu, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne: równanie różniczkowe i jego rozwiązanie. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnie, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w całce wielokrotnej. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • 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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Stal i stal niestopowa • Żeliwo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia ilościowa • Odkształcenie plastyczne; zgniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi • Stal niestopowa • Odlewnicze stopy żelaza 	
<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2</p> <p>• Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej, wady i kontrola procesów obróbki cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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</p>	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<p>Mechanika ogólna 1</p> <p>• 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 przesyżnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • 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 bryły • 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 bryły. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu bryły, równowaga układu podpartego w łozyskach. • Środki ciężkości układów bryły 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 bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,</p>	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>Mechanika ogólna 2</p> <p>• 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu sił, moc potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Ruch gładki punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK03, TK05 • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu bryły, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07, TK08, TK09 • Energia kinetyczna bryły, układu bryły, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu bryły. Przykłady</p>	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>Mechanika płynów</p> <p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy, zjawisko osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. 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 Prandtl'a, zwięzła Venturii'ego, kryza ISA, Rotamet. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. Wyznaczenie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczenie 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 maszyn wirnikowej Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa osrodkowa. Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie charakterystyki wentylatora płciennociągu. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S; liczby kryterialne: Reynolds, Macha, Euler, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowoosymetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulenty. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowo uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty 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 nienuitonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przysięennej. Opór tarcia. Zjawisko odwarowania. Opór tarcia: ciśnieniowy i opór indukowany. Podział na przepływy nieogrywane. Zróżnicowanie. Współczynniki sił aerohydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wyznaczenie współczynnika • Elementy kształtu wykreślu CTPe-S. Kształtowanie właściwości SWC (strefy wpływu ciepła). • Doświadczalne metody określenia spawalności. • Prognozowanie struktury złączy spawanych. • Analityczne określanie struktury spoin z wykorzystaniem oprogramowania MATSPAW. • Rodzaje topników spawalniczych i ich wpływ na właściwości spoin.</p>	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<p>Metalurgia procesów spawalniczych</p> <p>• Spawalnicze źródła ciepła. Zjawiska cieplne i metalurgiczne w procesach spawalniczych. • Podstawy metalurgii procesów spawalniczych. Procesy metalurgiczne zachodzące w czasie spawania gazowego i elektrodami otulonymi, GTAW, GMAW, lukiem krytym, elektrodozłowego, plazmowego, elektronowego, laserowego, zgrzewania i lutowania. • Gazy osłonowe i formujące. • Własności eksploatacyjne podstawowych stali i metali nieżelaznych stosowanych na konstrukcje wytwarzane metodami spawalniczymi. • Budowa SWC. Procesy cieplne spawania. Krystalizacja spoin. • Przemiany fazowe i strukturalne w procesach spawania stali i metali nieżelaznych. • Piekarnie połączeń spawanych. Przynajmniej i rodzaje połączeń mechanicznych i klejowych; zapobieganie ich powstawaniu. • Bilansy ciepła w procesach spawania • Podstawowe metody wykrywania CTPe-S. Kształtowanie właściwości SWC (strefy wpływu ciepła). • Doświadczalne metody określenia spawalności. • Prognozowanie struktury złączy spawanych. • Analityczne określanie struktury spoin z wykorzystaniem oprogramowania MATSPAW. • Rodzaje topników spawalniczych i ich wpływ na właściwości spoin.</p>	K_W04, K_W07, K_W10, K_U02, K_U14, K_U17, K_K01
<p>Miernictwo i systemy pomiarowe</p> <p>• 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 odwrotności systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiar wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar prędkości i kierunku przepływu płynów. • Pomiar prędkości i kierunku przepływu płynów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współzależności techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.</p>	K_W08, K_W20, K_U08
<p>Napęd i sterowanie maszyn</p> <p>• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silniki 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 toczone; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji prędkości; zastosowanie silników regulowanych o ruchu przerywanym; prądy stałego skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki sensonapędów uchu 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 serwowo mechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; 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. Układ 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.</p>	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<p>Napężenia i odkształcenia spawalnicze</p> <p>• 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 skurcu poprzecznego. • Wyznaczenie wartości odkształceń połączeń spawanych blach stalowych spawanych gazowo, lukowo elektrodami otulonymi w atmosferze gazów.</p>	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03
<p>Obróbka cieplna złączy spawanych</p> <p>• Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyzarczania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. • Mechanizm relaksacji naprężenia. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. • Wpływ wyzarczania odprężającego na właściwości stali. • Wyzarczanie normalizujące i wyzarczające w zakresie dwufazowym. • Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w wyższej temperaturze. • Wyzarczanie normalizujące i wyzarczanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. • Wyzarczanie odprężające złączy spawanych. • Wpływ wyzarczania na zmiany twardości złączy spawanych.</p>	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03
<p>Obróbka skrawaniem i narzędzia</p> <p>• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Pożycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka i zakres zastosowania; możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezębien. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne.</p>	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

Materiały i narzędzia ścierna. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkole. Ściera obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiorowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na suchu i kompletna. • Przegład, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwieranie, pogłębianie, gwintowanie: frezowanie, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów	
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 patenta lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złącza spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i cięcie metali • Spawanie lukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikami • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali	
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, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyka, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki mechanicznej, właściwości sterowania w torze otwartym i zamkniętym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyka robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujniki termoelektryczne, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne (PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niży-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektryczny. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. • Próba identyfikacji badanego czwórnik (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 5. Program symulacyjny (program Co-sim lub Matlab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych: podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego 1 rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwita) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla danego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: $k < kkr$, $k = kkr$, $k > kkr$. Dla $k < kkr$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = kkr$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przypadków. Budowa i elementy programowania 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 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 - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcja - wzajemna i wzajemna. Klasyfikacja prądów zmiennych sinusoidalnych. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna prądu zmiennych sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu zmiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu zmiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu zmiennego, 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. • Transystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki 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.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obciążenia zmęczeniowe. Obciążenia statyczne i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obciążenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy trybologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i 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. Zyskowość, samohamowność i sprawność połączeń gwintowych. Obciążenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wstęgowych, klinowych, wlepowystawowych, wierzniowych, koronkowych i parametrów tych połączeń. • Elementy podładne • Przewody rurowe i ich połączenia, zawory. • Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów. • Łożyszkowanie osi i wałów. Łożyska ślizgowe i toczone. Konstrukcja łożysk ślizgowych i toczonech. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk toczonech. Żywotność i dobór łożysk toczonech. • Sprzęgła sztywne i podładne. Sprzęgła przymusowe. Dobór i obliczenia sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchytek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchytek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
• Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego 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 ząbień. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kolowo-lukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunienia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekta technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekta P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekta kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, 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. Korekta kół stożkowych, rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i koła ślimakowe. • Prędkość ślizgania zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność ząbień i sprawność całkowita przekładni. Korekta koła ślimakowego i odległości osi po korekcie. • 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 łańcuchowych. • Podstawy napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • 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. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium - W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 - z 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonują prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady napiężeń w połączeniach zakładowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczenie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: Łożyska toczone. 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 ciemnego 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 stanowiące kół zębatach i przekładni zębatach. • 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 sprzęgła wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "T", przenoszącej określoną moc P [KW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębata reduktor dwustopniowy. Dobrać schemat reduktora. Wykonać obliczenia kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatach. Dobrać łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.	
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 pręta 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. Linijowy 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. • 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
• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytych obróbkowych • Wpływ sztywności na naddatki kształtowo-wymiarową tocznego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instrukcja z przepisów bhp i poż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
Programowanie robotów przemysłowych	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 programowania off-line. • Programowanie off-line narzędzi robotów, budowa narzędzi spawalniczych, definiowanie układów współrzędnych. Programowanie ścieżek robotów z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Programowanie prędkości, przyspieszeń 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 połączeń 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	
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, wiskrość, tekstura. - Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarocie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacja o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wyłotce. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkukki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie 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 jakości powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczenie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90°). - Wylaczanie naczyń w kształtce kubka (wyznaczenie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu gęstości matrycy na wartość maksymalnej siły wylaczania). • Szcpanie wałków w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczenie energii uderzenia bija, prędkości odkształcenia, naskoków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Walcowanie paszków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie 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 naczyń cylindrycznych; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarczenia międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkukki typu korbowodu; wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych; dobór wielkości młota. Kucie odkukki typu tulei na kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. • Prasowanie (wyciskanie) odkukki 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: pękanie, 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 uplastycznienia, wykresy pVT, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysku 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 mechaniczne – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe matrycy na wariancie maksymalnej siły wylaczania). • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkościowych tworzyw sztucznych na podstawie statystycznej próby rozciągania • Wyznaczenie 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	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAx • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie rzeczywistych. • 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 kosi (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 1: Imak. • Zespół 2: Wyciskacz • Zespół 3: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja serjerna. 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
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 kłkiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie elektrodużlowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie plazmowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie laserowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie wiązką elektronową parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie aluminiotermiczne 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. • Zaliczenie	
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. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu	

<p>mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czyste; 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 grzejalna. 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. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsat'a 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.</p>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<p>• 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).</p>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<p>• 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. - zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na plecach 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: zachłystnięcie, skurcz, przytupienie, 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 plecach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowy 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 plecach 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.</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<p>• 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-stacyczna 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 • Skracanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skracanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy - Analogia hydrodynamiczna. Skracanie 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 • Wytyżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy; największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Henckego • 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 • Skracanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skracanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych</p>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<p>• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykresowa (momentów wrotnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • 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 Weresczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykresowa (momentów wrotnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ścisłe płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ścisłe płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Stacyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania • Stacyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zaliczenie</p>	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W07, K_W10, K_W12, K_U07, K_U12, K_U18, K_K05
<p>• Organizacja kontroli jakości w produkcji spawalniczej. Klasyfikacja wad złączy spawanych, zgrzewanych, lutowanych oraz wad napoin i warstw natrykiwanych 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. • Zużycie elektrod przy ręcznym spawaniu łukiem drobnym. Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO₂ Zużycie drutu elektrodowego i topnika przy spawaniu łukiem krywym. 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.</p>	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<p>• Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietykowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (przejazd maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, paliwa i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko i życie organizmów żywych. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. Ekomapa I - Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapa II - Awaryjne. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.</p>	

3.4. Specjalność: Komputerowo wspomagane wytwarzanie, stacjonarne

3.4.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	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.	96 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

- związków efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- rozwinięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=249&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.4.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	■
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	■
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	■
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	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	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MF	Modelowanie procesów produkcyjnych	30	0	15	0	45	3	N	
6	MT	Oprzętdowanie technologiczne	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MT	Przygotowanie i organizacja produkcji	30	0	15	15	60	4	T	
6	MT	Systemy CAM	15	0	60	0	75	4	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	
Sumy za semestr: 6			180	30	150	60	420	30	2	0
7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	MO	Obrabiarki sterowane NC	15	0	30	0	45	5	T	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MT	Produkcja odchudzona	15	0	15	0	30	5	T	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	■
7	MP	Zastosowanie MES w technologii maszyn	0	0	45	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 7			45	0	90	90	225	30	2	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1185	495	660	255	2595	210	16	7

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

3.4.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	16
---	----

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	42 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	439 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	40
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	9 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	150 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	92.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	220 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	25
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	197.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=249&C=2019>

3.4.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=249&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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 • Przepływy 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
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej; Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i klady: obrót punktu dookoła prostej rzutującej, kład i podniesienie z układu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobów: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebiecia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksjomaty: prostokątna, ukośna, walcowa, rzut cokolwiek • Rzuty prostokątne w rysunku technicznym: przedstawienie przedmiotu w widokach: widokach kładowych, • Aksjometyria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określenie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksjonometrycznego i pracy domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksjonometrycznego i lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksjonometrycznego i lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksjonometrycznego i lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Wyzkorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzągieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wspomaganie programem AutoCAD wykonanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej; Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykończenie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksjonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn, • Układ funkcjonalny maszyn Układ roboczy maszyn, • Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrętnia, Układ kształtowania maszyn, Układ konstrukcyjny maszyn, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn, Układ kinematyczny maszyn, • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek, Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwyłowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojkowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. • Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki koparki. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmianny przeciagarek. • Szlifarki: Charakterystyka i rodzaje szliferek, Szlifarki do wałków kłowe, Szlifarki do wałków bezkłowe, Szlifarki do otworów, Szlifarki do płaszczyzn, Szlifarki ostrzarki, Obrabiarki do osiekowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uziebień: Charakterystyczne cechy 	

kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych. Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowosa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowosa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Szlifierki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifierki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC, Centra obróbkowe CNC. • Tokarka pogięta uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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. 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
• Aksjomatyczna teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcja. Definicja funkcji. Obraz i przeciwwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cykliczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągłości, otoczeniowa i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna 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. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
• Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne: równanie różniczkowe i jego rozwiązanie. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodne, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. • Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w calce wielokrotnej.	
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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węgleniem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Stalowo i stal nierostowa • Żeliwo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia ilościowa • Odształcenie plastyczne. Zgniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi • Stal nierostowa • 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 cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnych • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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. Węzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne. Układy statycznie rozwiązalne i przesyżnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Węzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klocekowy 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, paranytry liniowe, ruchy, parametry bryły, parametry kątowne ruchu. Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu bryły. 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 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 bryły. • Tarcie, hamulec taśmowy i klocekowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu bryły, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów bryły 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 bryły, 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK03, TK05 • Geometria masy, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Wyznaczenie równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się kółka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu bryły, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07, TK08, TK09 • Energia kinetyczna bryły, układu bryły, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu bryły. 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 fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie środka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. 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. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zwięzła Venturii'ego, kryza ISA, Rotamet. Zasada działania gaźnika i strumieniowca. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. Wyznaczenie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczenie 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: maszynny przepływowy: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera mechaniczne. Chocina systemy przepływowe. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbina Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa. Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie 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 osiowy symetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływnier laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowo 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. Płynny nieulotnikowski. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko odnerwienia. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział bryły 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 Laval. Przepływu gazowy i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepszego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu.	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarys okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarys walцовości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności w budowlanych maszynach. • Analiza pomiarowości i ocena systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiany wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiany odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiany odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiany odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiany chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie do inżynierii odwrotnej.	
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. Systematka modeli procesów produkcyjnych (logiczne i matematyczne, analityczne i symulacyjne, deterministyczne i probabilistyczne, z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji). • Podstawowe elementy teorii sieci Petri. Algebraiczna i graficzna reprezentacja sieci. Dynamika sieci Petri. Klasyfikacja sieci Petriego. • Czasowe sieci Petri. Sieci deterministyczne i stochastyczne. Przykłady zastosowań czasowych sieci Petriego do modelowania i oceny wydajności systemów produkcyjnych. • Kolorowe sieci	

elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarymiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego i rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla zadanego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapasowy z logarymicznymi charakterystykami układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholsa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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 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. Zmęczenie procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjne 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. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Naprawialność. Trwałość maszyn. • Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyny technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji • Założenia konstrukcyjne i projekt konstrukcyjny 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 - 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. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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 i budowa, zasada działania, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Transzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki 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.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obciążenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmiennie elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczenia. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy tribologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i 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 gwinciu i powierzchni oporowej. Zyskowność, samohamowność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wspustowych, klinowych, woliwypustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podatne • Przewody rurowe i ich połączenia, zawory. • Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wałów sinusoidalne. Kryteria liczb obrotowych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, tocznych. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk tocznych. Żywność i dobór łożysk tocznych. • Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła przynusowe. Dobór i obliczenia sprzęgłel. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i 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 wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
• Napędy. Przeniesienie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa ząpszenia. Zarys sprzężony. Kola z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kolowo-lukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatach. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunęcia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekta technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekta P-O i P oraz wymiary kół korogowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekta kół walcowych i śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, ich geometria i kinematyka. Przełożenie, prędkość ślizgania i zakres stosowania tych przekładni. • Przekładnie stożkowe z kołami o zębatach prostych i skośnych. Przekładnie stożkowe i graniczna liczba zębów. Wymiary geometryczne kół stożkowych. Korekta 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. Sprężyna i tarcza. • Podstawy kinematyki i konstrukcji układów kinematycznych. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Kola zębata i reduktory. Rodzaje kół zębatach 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 słowkowego przeciżeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiąskowe kół zębatach i przekładni zębatach. • 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 wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "1", przenoszącej zadaną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrac schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatach. Dobrac łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_U15, 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 ściśkanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierz przypořádowania. 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. Liniiowy 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. • Metody tworzenia modeli MES w 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
• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAX). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
Produkcja odchudzona	K_W05, K_W12, K_U09, K_U19, K_K04
• Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją • Lean Manufacturing – szczuple (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	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego; - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniu plastycznemu; - Właściwości anizotropii odkształcenia; - Właściwości plastyczności; - Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształcalnych; - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gładzi i kształtowaniu wyłoczek; - 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. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie 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 wykrwania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakości powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gładzi blach (wyznaczanie charakterystyki gładzi i wielkości sprężynowania w poddasz wyginania pod kątem 90°). - Wylaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczenie optymalnej siły docisku granicznej współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii materiału na wartość maksymalnej siły wylaczania). - Spęcznie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczenie energii uderzenia białka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Walcowanie paszków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczanie współczynnika tarcia). - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gładzi; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczni i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznych; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarcia 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 kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. - 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
<ul style="list-style-type: none"> • 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 chemicznego fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe prądów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkościowych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczenie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrow wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełnienia gniazd form wtryskowych 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
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Wprowadzenie do przedmiotu – Przygotowanie i Organizacja Produkcji. Definicje pojęcia, istota i cel przedmiotu : Przedsiębiorstwo – formy organizacyjne, zarządzanie przedsiębiorstwem, zarządzanie produkcją - cele i zadania jakości, niezawodność, konkurencyjność • System organizacyjny 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. Produktowność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktowności. Metody oceny produktowności. • Przygotowanie produkcji. procesy i strategie projektowania produkcji. Produkt. - projektowanie wyrobu. Podstawowe funkcje, techniki wartościowania. Łącuch 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. Rozmieszczenie urządzeń według specjalizacji 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 przygotowania 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 przeobrażania maszyn Analiza struktury procesu wytwarzania produkcyjnego wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczenie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Opracowanie struktury produkcyjnej i wytwórczego systemu produkcyjnego i LAY OUT wydziału produkcyjnego. • Projektowanie - Celem niegig 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 zadań projektu stanowiącego przedmiot opracowywanych przez studentów projektów 2. Analiza modeliwoch zadań 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 w u Laboratorium. Celem zajęć jest praktyczne uruchomienie produkcji wybranej części „wałka „tarczy” tulei „tulei” i „tulei” 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 zadań – rysunków konstrukcyjnych części do wykonania Laboratorium nr 1. 2. Analiza struktury procesu produkcyjnego wałka uruchomianego w warunkach produkcji małoseryjnej. (chronometrą 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 obliczenie 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” 	
Systemy CAM	K_W05, K_W14, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomaganie 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. Czynniki 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 wspomaganie wytwarzania. Obsługa systemu. Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie toczenia 2-osowego. Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwyty i inne czynniki 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-osowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programu sterującego dla toczenia 2-osowego. Podstawy programowania 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, czynniki przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie brylowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping • Rola systemów CAD w innych odrodnaj. • Projektowanie współcześnie. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu prętka (tworzenie szkieletu) • Część typu foremka. • Część typu wspomnik • 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
<ul style="list-style-type: none"> • 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 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytory tekstu. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyszukiwanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstu. 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	

Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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, doskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki 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 silowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czyste; 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, Tabcie parab nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa ciepła. 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. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi Aparat Orsat'a 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej. 	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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
<ul style="list-style-type: none"> • 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: zachłystnięcie, skurcz, przytupienie, 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 praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowy 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. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 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-stacyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, kolo naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, Czyste ścinanie • Skrećanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skrećanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, Analiza hydrodynamiczna, Skrećanie 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 • Wytyżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiiego, 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, kolo naprężeń Mohra • Skrećanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrećanie prętów o przekrojach niekołowych, 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_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – 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, kolo naprężeń Mohra • Skrećanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrećanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych • Tensoria oporowa • Tensoria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zaliczenie 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietykowanie. • Awaryje przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii i ich skutków. • Standardyzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (rodzaj maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. • Aspekty środowiskowe CAE i zadania środowiskowe CAE. Programy środowiskowe CAE. Gospodarka odpadami. • Gospodarka odpadami. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapa II - Awaryje. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. 	
Zastosowanie MES w technologii maszyn	K_W03, K_W06, K_W15, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie się z interfejsem i strukturą programu MSC. Marc/Mentat, poruszanie się po programie, zasady tworzenia modelu, jego dyskretyzacja, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów, uwagi na temat modelowania procesów plastycznego kształtowania. Modelowanie numeryczne procesu spęczenia na zimno w osiowo-symetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie naprężenia oraz płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wykrawania w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego pręta z wykorzystaniem różnych opcji przebudowy siatki dostępnych w programie. Prezentacja, analiza i porównanie uzyskanych wyników. Modelowanie procesu spłaszczenia rury o różnych współczynnikach cienkościenności w płaskim stanie odkształcenia, prezentacja wyników oraz określenie wpływu cienkościenności rury na przebieg procesu. Budowa modelu powierzchniowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami z zastosowaniem dociskacza i bez dociskacza, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników obliczeń. • Komputerowe bazy danych właściwości tworzyw sztucznych. Zasady korzystania oraz modyfikacji. Przygotowanie modelu komputerowego do analiz CAE, rodzaje modeli i analiz MES, ustalanie warunków brzegowych i początkowych na wybranych przykładach praktycznych, strukturalna analiza wytrzymałościowa MES. Zapoznanie z budową i przeznaczeniem programów CAE do symulacji procesu wytyskiwania tworzyw sztucznych: Moldflow MPA oraz NPI, import modeli CAD do środowiska CAE Modelowanie umeryczne technologii wytyskiwania w systemie MRP II. Rodzaje struktur produktów, Podsystemy struktury wyrobów BOM. System planowania potrzeb materiałowych MRP. System planowania zdolności produkcyjnych CRP • Planowanie i sterowanie produkcją. Planowanie i sterowanie produkcją. Planowanie i sterowanie produkcją PPC. Integracyjna rola systemów PPC. Funkcjonalne cechy systemów PPC. Systemy kierowania wytwarzaniem SFC. Harmonogramowanie dyskretnych procesów produkcyjnych. Klasyfikacja problemów harmonogramowania. Szerzenie zadań produkcyjnych na jednej maszynie. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego. • Analiza porównawcza efektywności wybranych metod prognozowania produkcji (model ważonej średniej ruchomej, model IBrowna, model Wintera). • Symulacja komputerowa planowania zagregowanego – porównanie efektów ekonomicznych strategii: poziomu zdolności produkcyjnej, pogoni za popytem, mieszanej. • Budowa struktury wyrobu (BOM) – wykaz kompletyjny wyrobu. • Symulacja planowania potrzeb materiałowych MRP. • Symulacja komputerowa planowania zapotrzebowania na zdolności produkcyjne CRP. • Szerzenie zadań produkcyjnych na jednej maszynie metodą węgierską i dekompozycji grafu. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn – algorytm Johnsona. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego, algorytm harmonogramowania wielopoziomowego. 	
Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	K_W05, K_W12, K_U02, K_U18, K_U19, K_K04

7	MO	Obrabiarki CNC	15	0	30	0	45	5	T	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
7	MK	Projektowanie napędów mechanicznych	15	0	30	0	45	5	T	
7	MK	Zastosowanie MES w budowie maszyn	0	0	30	0	30	4	N	
Sumy za semestr: 7			45	0	90	90	225	30	2	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1140	510	705	240	2595	210	17	7

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

3.5.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	37 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	393 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	39
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	24 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	150 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	73.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	130 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	21
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	175.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1421&C=2019>

3.5.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1421&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki; wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożenia (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
• Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• 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.	
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 eksperymentalnej 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
• Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obraz elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i klady: obrót punktu dookoła prostej rzutującej, kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaszków • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościłny: rzuty wielościłnów, rozwinięcia wielościłnów, punkty przebiecia wielościłnów prostą, przenikanie wielościłnów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cehowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określenie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne. • Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	

Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzągli, hamulców, sprężyn. Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. Test zaliczeniowy. Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyny (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów): element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyny: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek: Tokarki, Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwyłowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwintarki, Wyłazczarki i wyłazczarko-frezarki; Wyłazczarki, Wyłazczarko-frezarki; Frezarki; Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kłopiarki. Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice, Przeciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmianny przeciagarek. Szlify: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlify do wałków kłowe, Szlify do wałków bezkłowe, Szlify do otworów, Szlify do płaszczyzn, Szlify ostrzarki, Obrabiarki do osekowania i docierania, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlify Nilesa, Szlify Maaga, Szlify Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlify CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC, Centra obróbkowe CNC. Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> 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 splejanych. 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
<ul style="list-style-type: none"> Aksjomatyczna teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotomiczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciąg liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągłości, otoczeniowa i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczb zespolonych, 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. Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Położenie punktu względem drugiej osi: sfera, elipsoida, stożki, paraboloide i hiperboloide. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne: równanie różniczkowe i jego rozwiązanie. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnie, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w całce wielokrotnej. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> 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 i stopów. Plastyczność metali, mechanizmy odształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odształcenia, zgniot i rekrytalizacja. Stopy żelaza z węgłem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi. Stal i stopy żelazo-węgiel. Zelazo i stopy żelazo-węgiel. Badania metalograficzne mikroskopowe. Badania metalograficzne makroskopowe. Metalografia ilościowa. Odształcenie plastyczne: Zgniot i rekrytalizacja. Układ równowagi żelazo-węgiel. 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
<ul style="list-style-type: none"> Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów. Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej. Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej. Pieniwski stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza. Rodzaje i charakterystyka stali stopowych. Stopy metali nieżelaznych. Materiały spiekane. Podstawy obróbki cieplnej. Hartowność stali. Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej. Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn. Obróbka 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
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. Aksjomaty statyki. Węzy, ich rodzaje, reakcje więzów. Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesyżnione. Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Węzy typu uwarunkowane, obciążenie skupione, rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. Tarcie suchie, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec kłocowy 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 katowe 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 kłocowy, tarcie toczenia. Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21. Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpieranego w łożyskach. Środk 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
<ul style="list-style-type: none"> 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. Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. Dynamika układów punktów materialnych: środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK03, TK05. Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. 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, TK09. Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjal pola. 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
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. 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 Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zwichła Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumieniocy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sonda Prandtl'a i Sonda Pitota. Wyznaczenie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczenie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu kryza ISA. Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszynny przepływ: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszynny wirnikowej Charakterystyki mechaniczne maszynny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa. Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie 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, 	

<p>3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektryczny. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. Próba identyfikacji badanego czwórnik (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 5. Programy symulacyjne (program Codes lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych członów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwita) krytyczny współczynnik zmniejszenia kkr dla danego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmacnienia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tsc. Stosując metodykę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykłałów. • Budowa i elementy programowania robotów przemysłowych na przykładzie manipulatora FCS10. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio. • Programowanie pozycyjne i ścieżkowe 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 • Zrobiozowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania</p>	<p>K_W04, K_U06, K_U08, K_K03</p>
<p>Podstawy elektrotechniki i elektroniki</p> <p>• 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 - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytworzenie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skutkowa sinusoidalnego prądu i napięcia. Prędkość i wartość skuteczna prądu i napięcia. Wykresy wektorowe prądów i napięć w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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. • Transzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki 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.</p>	<p>K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13</p>
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 1</p> <p>• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obciążenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy tribologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, kljone. Zasady konstrukcji i 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 wstępowych, klinowych, wielowstępowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy środkowe. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaków. • Konstrukcja i obliczenia obciążenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów. • Łożyszkowanie 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 obliczenia sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</p>	<p>K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01</p>
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 2</p> <p>• Napęd. Przeniesienie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatych. Łuk przyproru, linia przyproru, odcinek przyproru, wskaźnik przyproru. Prawa zązebnienia. Zarys sprzężony. Kola z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyproru. Metody obróbki kół zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunienia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcia technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcia P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcia kół walcowych śrubowych. Linia przyproru. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, ich geometria i kinematyka. Przelozenie, prędkość ślizgania i zakres stosowania tych przekładni. • Przekładnie stożkowe z kołami o zębach prostych i skończych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Wymiary geometryczne kół stożkowych. Korekcia kół stożkowych. rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaków. • Konstrukcja i obliczenia obciążenia zębnego. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność zązebnienia i sprawność całkowita przekładni. Korekcia koła ślimakowego i odległości osi po korekcji. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych walcowych i stożkowych na zgniatanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie ciegnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni ciegnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowych. • Podstawy napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • 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. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • 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 zakładowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczenie 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 obwidniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Kola 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 klowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie staroniskowe 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 wstępowe w kole przekładni pasowej, o przełożeniu "n", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrac schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Dobrac łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.</p>	<p>K_W03, K_W06, K_U15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09</p>
<p>Podstawy MES</p> <p>• Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściśkanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyprorządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia prętaowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie pręta. Podstawy modelowania ES. Podstawy modelowania ES. • Model belkowy elementu skończonego. Równanie momentu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniovy 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 materiałów, 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. • 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.</p>	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<p>Podstawy technologii maszyn</p> <p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwyty obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową tocznego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<p>Praktyka kierunkowa</p> <p>• Instrukcja z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAD). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>
<p>Przeróbka plastyczna</p> <p>• Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. • Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniu plastycznemu; 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 cicia, gięcia i kształtowania wytoczek. • 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, ciążenie prętów i rur. • Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. • Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • Wyznaczenie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. • Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakości powierzchni przecięcia). • Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczenie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). • Wytłaczanie naczyńna w kształcie kubka (wyznaczenie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). • Spęszczanie wałców w</p>	

procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bialka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczni i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznych; wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarcia międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odłuki typu korbowodu; wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych; dobór wielkości młota. Kucie odłuki typu tulei na kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. - Prasowanie (wyciskanie) odłuki 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: pękanie, 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 narzędzi • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów • Charakterystyka technologii formowania wtryskowe: 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 lepkościowych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczenie 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	
Systemy CAM	K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
• Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomaganie 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 wspomaganie 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, uchwyty i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. Generowanie i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Miejsce systemów CAM w zakresie adaptacji stanów 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 komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX. • Modelowanie krzywymi i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie brylowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie trybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrótej. • 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	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składowiki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edycja tekstów. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje. Ogólne zasady pisania tekstów. Formowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korektura i formatowanie. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spis treści. 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
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 Boltzmann. 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. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżne obiegowych na przykładzie silowni 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. Tabele pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejalna. 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. Obliczenia bilansu ciepła i spaliny, składu spaliny i temperatury zamkniętego i otwartego. 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 spaliny. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczenie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsat 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.	
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. - zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i oddychanie po podłożeniu wody. - opanowanie odychania w środowisku wodnym. - zapoznanie z wypływem wody. - opanowanie leżenie na piersiach i grzbiecie. - zabawy i gry wodne w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe. przygotowanie do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłystanie, skurcz, przytupienie, 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 praca 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.	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
• Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążań, 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-stacyczna 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 • Skrećanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń i deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skrećanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skrećanie 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, poziłaj tensorów • Uogólnione prawo Hooke'a • Wytężenie materiałów • Wytężalnościowy, hipotezy; największe odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń styżnych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramego, 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 • Skrećanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrećanie prętów o przekrojach niekołowych, 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_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie nieprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczenie sił wewnętrznych • Ramy	

<p>plaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowch • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowch • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykresła (momentów wrotnych) • Wyoboczenie 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, ściśnięcie próba rozciągania • Statyczna próba ściśnięcia i statycznie niewyznaczalne • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zaliczenie</p>	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<p>• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównowazony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji: Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby: Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietykowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (rodzaj maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. Ekomapą I - Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapą II - Awaryjne. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.</p>	

3.6. Specjalność: Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów, stacjonarne

3.6.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	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.	97 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=257&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.6.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	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	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	

5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	ME	Budowa samochodów 1	30	0	15	15	60	4	T	
6	ME	Diagnostyka samochodów 1	30	0	30	0	60	4	T	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	15	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne	15	0	15	0	30	2	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	30	0	15	15	60	4	T	
6	ME	Technologia samochodów	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 6			210	30	165	30	435	30	4	0
7	ME	Diagnostyka silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	5	N	
7	ME	Diagnostyka układów podwozia samochodu	30	0	15	0	45	6	T	
7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	ME	Normy prawne badań technicznych i organizacja stacji kontroli pojazdów	15	0	15	0	30	3	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 7			75	0	45	90	210	30	1	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1245	495	630	225	2595	210	17	7

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

3.6.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja 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.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	7
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	39.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	6.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	452 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	39
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	25 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	150 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	31
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	71.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	153 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	22
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	182.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=257&C=2019>

3.6.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=257&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. • Mechaniczne skrzynie biegów. • Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. • Automatem 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. • Zawieszenia samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawieszzeń. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawieszzeń. • Budowa zawieszzenia – 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 ciernie jedno i wielopłytkowe. • Budowa skrzynki biegów dwuwalkowej. • Budowa skrzynki biegów trójwalcowej. • 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 zawieszzenia. Elementy sprężyste i wzdające. • Budowa zawieszzenia. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodu: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszzenia.	
Diagnostyka samochodów 1	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 spalających pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszenia i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych.	
Diagnostyka silników spalających 1	K_W08, K_W10, K_U01, K_U08, K_U14, K_K01
• Istota i cele diagnostyki technicznej silników spalających. • Symptomy diagnostyczne stanu technicznego silników. • Parametry efektywności pracy i strat wewnętrznych silnika. Parametry determinujące szczelność przestrzeni roboczych silników. Parametry stanu cieplnego i drgań wibroakustycznych silników. Parametry stanu materiałów eksploatacyjnych stosowanych w silnikach spalających. • Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce silników. • Diagnostowanie układów łożkowo-korbowych i rozrządu. Diagnostowanie układów chłodzenia i olejenia. Diagnostowanie układów paliwowych silników o zaplonie iskrowym. Diagnostowanie układów paliwowych silników o zaplonie samoczynnym. Diagnostyka układów zasilania sterowanych numerycznie. Diagnostyka silników w aspekcie kryteriów ekologicznych i paliw zastępczych. • Tendencje rozwojowe w zakresie silników samochodowych. • Pomiar parametrów pracy układów zasilania i zapłonu silnika o ZI. • Kontrola działania układów proekologicznych silnika o ZI. • Ocena działania układów wspomagających rozruch w silniku wysokoprężnym. • Diagnostyka układu zasilania silnika o ZS. • Diagnostyka układu TPC na podstawie zmian napięcia akumulatora podczas rozruchu. • Wykorzystanie systemu diagnostyki pokładowej OBD do identyfikacji uszkodzeń silnika.	
Diagnostyka układów podwozia samochodu	K_W05, K_W08, K_W10, K_U01, K_U14
• Stan techniczny układów podwozia samochodu a bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Podstawowe metody stanowiskowej diagnostyki układów napędowych. Szczegółowe badania stanu technicznego podzespołów i elementów w układzie napędowym. Diagnostyka układów kierowniczych. Diagnostyka układu zawieszenia kół. Badania geometrii zawieszenia. Analiza porównawcza metod diagnostyki zawieszenia. Diagnostyka układów jezdnych. Metody i procedury wyrównywania kół jezdnych. Diagnostyka stanowiskowa układów hamulcowych z uruchamianiem hydraulicznych. Kryteria oceny zdolności układów hamulcowych. Kompleksowa diagnostyka podwozia na liniach diagnostycznych. Zastosowanie prób drogowych do oceny zdolności układów napędowych. Podstawy diagnostyki pokładowej OBD w zastosowaniu do układów podwozia. Tendencje rozwojowe w diagnostyce układów podwozia samochodów. • Diagnostyka sprzęgła i mechanicznych skrzynek biegów. Diagnostyka wałów i mostów napędowych. Diagnostyka układu jezdźnego. Diagnostyka układów kierowniczych. Diagnostyka układów hamulcowych z uruchamianiem hydraulicznym. Diagnostyczna ocena układu napędowego metodą prób drogowych. Diagnostyczna ocena układu napędowego na hamowni podwozowej.	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
• Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• 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 gleby. 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.	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
• Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtryskowe. Elementy układów bezzłotkowych. Elementy układów wtryskowych (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej.	
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 eksperymentalnej mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasady niezłotowości 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 mechaniczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego na stan stały	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
• Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przylegające do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i klady: obrót punktu dookoła prostej rzutującej, kład i podniesienie z płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobów: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielością: rzuty wielością, rozwinięcia wielością, punkty przebiecia wielością, przenikanie wielością. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cehowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawianie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowo, mieszane, wymiarowanie od bazy konstrukcyjnych obróbkowych części maszyn, wymiarowanie w kierunku ustalonych, podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach, tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny, ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Klady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgła, hamulców, sprężyn. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Wykonanie na podstawie modelu rysunkowego wykonawczego rysunku z wymiarowaniem, tolerowaniem (wymiarowanie, tolerowanie), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku wykonawczego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunkowego wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. • Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny. Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki; Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwyłowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe. Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki; Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki; Frezarki; Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki koparki. • Przecinarki; Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice; Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki; Cechy charakterystyczne, Odmiany przeciagarek. • Szlifierki; Charakterystyka i rodzaje szliferek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezłkowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osiekowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uźbieżeń: Charakterystyczne cechy kształtowania uźbieżeń, Metody obróbki uźbieżeń kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uźbieżeń, Metody szlifowania kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe. Metody szlifowania uźbieżeń kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Szlifierki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifierki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC, Centra obróbkowe CNC. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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 macierzy. Zastosowanie 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 splekających. • 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

	<ul style="list-style-type: none"> Aksjomatyczna teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotomiczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągłości, otoczenia i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna 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 ich własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
	<ul style="list-style-type: none"> Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne: równanie różniczkowe i jego rozwiązanie. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnych, liniowych, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. • Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w całce wielokrotnej.
Materiały eksploatacyjne	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
	<ul style="list-style-type: none"> Charakterystyka powstawania paliw węglowodorowych. Paliwa do silników o zapłonie wymuszonym. Podstawowe właściwości paliw benzynowych. Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym. Podstawowe właściwości paliw do silników o zapłonie samoczynnym. Biopaliwa i paliwa gazowe. Oleje silnikowe. Smary plastyczne. Płyny do układu chłodzenia i układu hamulcowego. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium MF. Oznaczanie prężności par nasyconych benzynu silnikowego. Pomiar temperatury zapłonu oleju napędowego. Pomiar temperatury mglenia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Pomiar wskaźnika lepkości oleju silnikowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opalowej paliwa. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
	<ul style="list-style-type: none"> 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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węgłem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Stalwo i stal niestopowa • Żelazo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia ilościowa • Odkształcenie plastyczne, zgniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • 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
	<ul style="list-style-type: none"> Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej, wady i kontrola procesów obróbki cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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
	<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Węzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbiorny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statyczne rozwiązywalne i przesytywalne. • Wektor momentu siły względem bieżąca i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieżąca momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Węzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • 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 kątowne 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 płaszczyznowego układu sił. • Równowaga punktu, równowaga płaskiego dowolnego układu sił • Równowaga zbioru sił 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 dowolnego układu sił, 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
	<ul style="list-style-type: none"> 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, energia układu sił, moc układu, pole potencjalne. Zasady krytyczne, przykłady • Ruchy drgające punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środki masy, zasady zachowania pędu, zasady zachowania masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK03, TK05 • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły, dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się kółka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07, TK08, TK09 • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryły w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. 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
	<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości, liczba Knudsenowa. Zasada zachowania masy, różne postaci równań ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu. Dynamika płynu doskonałego II: zasady zachowania pędu: równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zweźka 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 kryza ISA • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: Maszynny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszynny wirnikowej Charakterystyki mechaniczne maszynny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa. Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu śliskiego i niesliskiego. Bezwymiarowe postacie równań N-S: liczby krytyczne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozszerzenia równań N-S: laminarny przepływ osiowoosymetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowo 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 nienuitonowskie. 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. Współczynnik sił aerohydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabatna Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dła gazu. Dysza de Laval. Przepływ poddźwiękowy i nadprzewodny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu.
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
	<ul style="list-style-type: none"> Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarys okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarys walцовości, 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 i falistość powierzchni. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiarów chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące tolerancji i bicia pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie do inżynierii odwrotnej.
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
	<ul style="list-style-type: none"> Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik 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; sławki; 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 maszyn; 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. Układ 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia

<p>warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi • Podstawy doboru narzędzi • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, drutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezębien. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ścierna. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkole. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie starostwiska rodzawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie starostwiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezębien. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<p>• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wynalazków, znaków towarowych, znaków geograficznych, oznaczeń wytwórczych, znaków handlowych i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego</p>	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i ciepłe metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali</p>	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>• Wprowadzenie do zagadnień automatyki, zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodanie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konięcznieść teoretycznej ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automacie • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekty regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniu zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwyłaki: nasytanie chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami chwytakowymi, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napełny liniowy. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczenie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujniki termoelektryczne, czujniki oporowe), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niyb-ciągłej. • Charakterystyki w automacie Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej. Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektryczny. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. Próba identyfikacji badanego czwórnik (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Codash lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członów inercyjnego i członu całującego z członem całującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia zwrotnego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla danego układu automatycznej regulacji, sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>• 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 - 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. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego. Podstawy energii inercyjnego i trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. Podstawy metod pomiarowych. Pomiar mocy w układach trójfazowych 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. • Transzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki 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.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<p>• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesie konstruowania. Normalizacja. Wymiarzalnosc. Wytwarzalnosc. Wytwarzalnosc i obliczenia zmienne. Obciążenia statyczne i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowa-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy trybologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i 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, samoamortowność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpustowych, klinowych, wielowpustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podatne • Przewody rurowe i ich połączenia, zawory. • Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów. • Łożyskownosc osi i wałów. Łożyska ślizgowe i toczne. Konstrukcja łożysk ślizgowych i tocznych. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk tocznych. Żywność dobor łożysk tocznych. • Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła przynusowe. Dobór i obliczanie sprzęgła. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczenia. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odczytek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykresino - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odczytek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<p>• Napełny. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napełdach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatych. Złuk przyporu, linia przyporu, odstęp przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa zębień. Kola z zębami o zarysach ewoluencyjnych i koła-łukowych. Ewolwenty i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunienia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcia technologiczna i konstrukcyjna uezębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcia P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcia kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatyjących, ich geometria i kinematyka. Przełożenie, prędkość szlignia i zakres stosowania tych przekładni. • Przekładnie stożkowe z kołami o zębach prostych i skośnych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Wymiary geometryczne kół stożkowych. Korekcia kół stożkowych. rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i kola ślimakowego. • Prędkość szlignia zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność ząbień i sprawność całkowita przekładni. Korekcia kola ślimakowego i przekładni osi po korekcji. • Obliczenia wytrzymałościowe zębów zębatych. Wpływ zębów na zginięcie, naciśki i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie ciegnowe. Pasy płaskie, klinowe i uezębne. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni ciegnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowych. • Podstawy napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • 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. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wybor ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach zakładowych</p>	

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 reduktora. • 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 wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "i", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrać schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Dobrać łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowego oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.	
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 macierowego 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. Liniovy 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 w MES oraz wybranych zagadnień obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałów, 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. • Metody tworzenia modeli MES w 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
• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykacjach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową tocznego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instruktaż z przepisów bhp i poaż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
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: naprężenie własne, anizotropia właściwości plastycznych, wkrętowość, 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, gładzenia i kształtowania wyłoczek. - 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. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie 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 wykrwania krawków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakości powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gładzenia blach (wyznaczanie charakterystyki gładzenia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90°). - Wytłaczanie naczyń w kształcie kolumna (wyznaczanie optymalnej siły docisku granicznej w procesie wytłaczania, wpływ kompozycji matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Sprężanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia białka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). - Walcowanie paszków blachy (porównanie zmierzonych siły walcowania z siłą obciążoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczanie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gładzenia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów silowych, dobór typu tłoczniarki i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznych; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wierzaniarza międzyoperacyjnego; określenie parametrów silowych i dobór narzędzi. • Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowego; wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych; dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. • Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu; określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów silowych 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: pelzanie, 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 chemicznego polimerów • Wspomaganie komputerowe konstrukcyjne systemów spalinia. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkościowych 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 wypełnienia 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	
Silniki spalinowe 1	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 iskrowym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i dolaďowanie tłokowych silników spalinowych. Mechanika układu korbowego. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Rozwiązania konstrukcyjne systemów spalinia. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół kadłuba, głowicy i kolektory. Układ smarowania i chłodzenia. Układ zasilania. Proekologiczne rozwiązania tłokowych silników spalinowych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. System spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Układy sterowania silnikiem. Układ dolotowy. Dolaďowanie silnika. Zaliczenie projektu.	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odworzowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody wspólnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAx. • Fouriera. Konwersje trybów i powłoki w systemach CAD. • Modelowanie powierzchni. • 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 wspomnik • 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	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja serynja. 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania obrabianych metodami obróbki silnika. Techniki wytwarzania i montażu części silnika. Promieniowanie ciała Stefan-Boltzmann. Zetowa zasada osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i przewodników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000.	
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 naturalna i wymuszona. Promieniowanie ciała Stefan-Boltzmann. Zetowa 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. Mieszany gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanej). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silników 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; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejąca. 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. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsat'a 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.	K_U05, 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, CEELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych • Pomiar skuteczności oczyszczania, chłonności i oporów przepływu układów filtrów powietrza. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego benzynowy. 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.	K_U05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
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).	K_K03
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. • Zanurzenie twarzą, 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, przytupienie, 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 praca 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.	K_U05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, 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-stacyczna 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 gnyących i sił tnących, Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów • Uogólnione prawo Hooke'a • Występne materiały powłoki hipotetyz wyrobów stalowych, hipotetyz największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramięgo, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Missesa, 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 • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnyących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych	K_U05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, 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-wykreslna (momentów wrotnych) • Wytoczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość, Wytoczenie niesprężyste – wzory Telmajera i Johnsona • Ostateńfelda. • 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 płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych) • Wyoboczenie 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. Ścisła próba rozciągania, próba uderzeniowa • Badania twardości metali • Tensometrią oporowa • Tensometrią optyczną • Modelowe badania elastooptyczne • Zaliczenie	K_U05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównowazony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbkowa, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietykowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standardyzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (rodzaj maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. Ekomapa I - Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapa II - Awaryjne. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.	K_U05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03

3.7. Specjalność: Pojazdy samochodowe - Samochody, stacjonarne

3.7.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	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.	100 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

3.7.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	■
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	■
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	■
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	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	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	ME	Budowa samochodów 1	30	0	15	15	60	4	T	
6	ME	Diagnostyka samochodów 1	30	0	30	0	60	4	T	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	15	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne	15	0	15	0	30	2	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	30	0	15	15	60	4	T	
6	ME	Technologia samochodów	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 6			210	30	165	30	435	30	4	0
7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	ME	Eksploatacja samochodów 1	15	0	15	0	30	5	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	■
7	ME	Teoria ruchu samochodów	15	15	0	0	30	3	N	
7	ME	Zespoły napędowe i nośne	30	0	15	0	45	6	T	
Sumy za semestr: 7			75	15	30	90	210	30	1	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1245	510	615	225	2595	210	17	7

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

3.7.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	6
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	39.50 godz.

Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	433 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	39
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	25 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	150 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	30
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	66.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	153 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	23
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	202.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=255&C=2019>

3.7.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=255&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. Budowa kół i opon. Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgła ciernych. Mechaniczne skrzynie 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 wspomaganie w mechanizmach kierowniczych. Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawieszzeń. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawieszzeń. Budowa zawieszzenia – elementy prowadzące, elementy sprzężyste, amortyzatory. Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. Budowa ram i nadwozi. Budowa kół i ogumienia. Sprzęgła cienne jedno i wielopłytkowe. Budowa skrzynki biegów dwuwąskowej. 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 zawieszzenia. Elementy sprzężyste i wzdające. Budowa zawieszzenia. Amortyzatory. Projektowanie wybranych podzespółów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszania. 	
Diagnostyka samochodów 1	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> 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, zawieszania i oświetlenia). Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych. 	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	
Eksploatacja samochodów 1	K_W06, K_W10, K_U04, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia dotyczące eksploatacji. Jakość eksploatacji oraz jakość usługi. Planowanie obsługiwalności na etapie konstrukcji samochodu. Bezpieczeństwo eksploatacji – ilościowe i jakościowe. Podatność obsługowa. Wymagania i badania przyjęcia do naprawy standardowe zespołów i całych pojazdów samochodowych. Wymagania, badania i odbiór po naprawie zespołów: skrzynia biegów, skrzynia rozdzielcza. Wymagania, badania i odbiór po naprawie zespołów: most napędowy, wał napędowy, zawieszania. Wymagania, badania i odbiór po naprawie całopojazdowej samochodów ciężarowych i autobusów. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: ubytkowymi. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: dyfuzyjnymi. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: przystosowymi. Technologia naprawy pojazdów: technologia naprawy silnika, technologia naprawy układu zasilania. Technologia naprawy mechanizmów przeniesienia napędu. Technologia naprawy układu kierowniczego. Technologia naprawy układu jezdnego, technologia naprawy zawieszania. Technologia naprawy układu hamulcowego hydraulicznego oraz mechanizmu wspomaganie. Technologia naprawy układu hamulcowego pneumatycznego. Technologia naprawy nadwozia i ramy. 	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zaplonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego. Podstawy eksperymentalnej mechaniki kwantowej: zjawisko fotoelektryczne. Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu. Gaz elektronowy Fermiego, gęstość 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 krystalicznej 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
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. Elementy przynależne do siebie, punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe, prostej i płaszczyzny, obrót punktu dookoła prostej zrulejającej, kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzucającej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Dokumentacja techniczna wyrobów: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. Wielościłany: rzuty wielościłanów, rozwinięcia wielościłanów, punkty przebiecia wielościłanów, przenikanie wielościłanów. Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cehowany. Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowo, mieszane, 	

wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określenie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzenia techniczne: elementy przynależne. Klasyfikacja elementów wspólnych. • Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostokątne na ściany sześcienu metodą europejską na podstawie rysunku aksjonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku asonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólne programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie elementów przynależnych. Klasyfikacja elementów wspólnych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej. Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksjonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. • Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielorzecionowe, Gwinciarzki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki koparki. • Przećniarki: Cechy charakterystyczne, Przećniarki ramowe, Przećniarki taśmowe, Przećniarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne Strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki walcowe, Dłutownice. • Przegięciarki: Cechy charakterystyczne, Odmienny przeciągarek. • Szlifarki: Charakterystyka i rodzaje szlifarek, Szlifarki do wałków kół, Szlifarki do wałków bezkół, Szlifarki do otworów, Szlifarki do płaszczyzn, Szlifarki ostrzarki, Obrabiarki do osiekowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uziebień: Charakterystyczne cechy kształtowania uziebień, Metody obróbki uziebień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uziebień kół walcowych, Szlifarki Nilesa, Szlifarki Maaga, Obrabiarki do uziebień: Charakterystyczne cechy kształtowania uziebień, Metody obróbki uziebień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uziebień kół walcowych, Szlifarki Nilesa, Szlifarki Maaga, Szlifarki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifarki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC, Centra obróbkowe CNC. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Szlifarka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji splekanych. • Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. • Podstawowe metody obliczenia pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczenia całek wielomianowych. • Podstawowe metody numeryczne 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
• Aksjomatyczna teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotomiczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągłości, otoczenia i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczb 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. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
• Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji zmiennych. • Równania różniczkowe i równania różniczkowe jedynego rodzaju z warunkami początkowymi. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnie, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. • Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w całce wielokrotnej.	
Materiały eksploatacyjne	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
• Charakterystyka powstawania paliw węglowodorowych. Paliwa do silników o zapłonie wymuszonym. Podstawowe właściwości paliw benzynowych. Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym. Podstawowe właściwości paliw do silników o zapłonie samoczynnym. Biopaliwa i paliwa gazowe. Oleje silnikowe. Smary plastyczne. Płyn do układu chłodzenia i układu hamulcowego. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie lepkości par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu oleju napędowego. Pomiar temperatury mglenia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Pomiar własności cieplno-chemicznych. Pomiar lepkości oleju silnikowego. Wyznaczenie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opalowej 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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węgłem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Stalwo i stal niestopowa • Żelazo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia ilościowa • Odkształcenie plastyczne. Zgniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • 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 cieplnej • Pierwiotki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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. Wiezy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statyczne rozwiązywane i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem biegunca, osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej, układów odgów układu sił, zmiana biegunca momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Wiezy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec kłockowy 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 kątowne 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 kłockowy, 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu bryły, środki ciężkości, zasady dynamiki, drgania bryły, zasady dynamiki masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK03, TK05 • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania	

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 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 - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcja 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. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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 - budowa, zasada działania, tryby pracy. • Budowa, zasada działania, rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmocniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki 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.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja i budale maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obciążenia zmęczeniowe. Obciążenia statyczne i zmienne elementów maszyn. Istota zmiennych materiałowych. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obciążenia współzmienników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. Elementy tibiologii. • Połączenia i ich rodzaje. Obciążenia nierównomiernie rozłożone. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i 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, wielowpustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podatne. • 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 przysmowa. Dobór i obliczanie sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy normalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części, podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchylek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslino - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchylek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
• Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyproru, linia przyproru, odcinek przyproru, wskaźnik przyproru. Prawa ząbienia. Zarys spójny. Kola z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenty i ich właściwości. Zasady doboru kąta przyproru. Metody obróbki kół zębatach. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunęcia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekta technologiczna i konstrukcyjna zębów. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcia P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcia kół walcowych i śrubowych. Linia przyproru. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, 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. Korekcia 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 ząbienia i sprawność całkowita przekładni. Korekcia koła ślimakowego i odległości osi po korekcie. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie cięgnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni cięgowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. Projektowanie przekładni łańcuchowej. • Podstawy napędów hydrostatycznych. • Algorytm projektowania. Bazy danych i bazy wiedzy w budowaniu maszyn. Komputeryzowane 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. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • 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 zakładowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczenie 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: Wyznaczenie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Kola zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatach i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktora. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczenie charakterystyki sprzęgła ciężkiego użytkownika. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczenie sprawności reduktora i ślimakowego. • Laboratorium - temat 9: Wyznaczenie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła klowego przełożeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczenie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiąc kół zębatach i przekładni zębatach. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczenie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgło wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "n", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrac łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_U15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
• Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia pręta 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 skończonego 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 wspomkowej 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. • 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
• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytych obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową tocznego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
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 odkształczonych. • Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gniecia i kształtowania wyłotcecz. • 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. • Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. • Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. • Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczenie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. • Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przedzięcia). • Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie gniecia blach (wyznaczenie charakterystyki gniecia i wielkości sprężynowania w podczas wycinania pod kątem 90°). • Wyłaczanie naczyń w kształcie kulek (wyznaczenie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wyłaczania). • Szczepianie wałców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczenie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). • - Walcowanie paszków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gniecia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tocznika i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarcia 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 kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji, dobór wielkości kuzniarki. • Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu; określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szklisk 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 chemicznego – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórczych tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkościowych 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	
Silniki spalinowe 1	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 ciepły silnika. Proces napełniania. Proces spalania – silnik z zapłonem iskrowym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i dolażenie 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. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy smarowania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Układy sterowania silnikiem. Układ dolotowy. Dolażenie silnika. Zaliczenie projektu.	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAD. • 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 szciku) • Część typu foremka. • Część typu wspomn. • 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	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje plików. 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów): blachy cienkie, technologiczność nadzi samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia piersiści tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i prowadników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000.	
Teoria ruchu samochodów	K_W06, K_U07, K_K01
• Opona pneumatyczna i jej właściwości. Poślizg i przyczepność kota ogumionego. • Opony ruchu samochodów. • Bilans sił i mocy na kołach. Wykres trąkcyjny. Charakterystyka dynamiki. Dobór mocy silnika napędowego. Wykres sił i momentów. • Charakterystyki rozpedzania pojazdu. • Ruch opóźniony samochodu. Rozkład nacisków przy hamowaniu. Skuteczność i stateczność procesu hamowania. • Krzywoliniowy ruch samochodu. Boczne znoszenie opon. Kierowność i stateczność ruchu. • Przyczepność graniczna w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym pojeździe. • Energochłonność ruchu. Zużycie paliwa. Bieg ekonomiczny. • Bilans sił i mocy na kołach. Obliczenia oporów ruchu samochodu. • Wyznaczanie wykresu trąkcyjnego. Wyznaczanie charakterystyki dynamicznej. • Wyznaczanie charakterystyki przyspieszeń. Wyznaczanie charakterystyki rozpedzania. • Obliczenia parametrów procesu wyprzedzania przy jeździe w kolumnie oraz przy jeździe ze stałą prędkością. • Wyznaczenie prędkości maksymalnej, maksymalnego wzniesienia możliwego do pokonania. • Obliczanie rozkładu sił przy hamowaniu oraz długości drogi hamowania z uwzględnieniem przyczepności nawierzchni. Obliczanie bezpiecznego odstępu przy jeździe w kolumnie. • Przyczepność graniczna w ruchu krzywoliniowym. Obliczanie maksymalnej prędkości jazdy samochodu po łuku z warunku poślizgu boczego i przewrócenia. • Energochłonność ruchu samochodu.	
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. Mieszanki 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 silowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawności termicznej. Dławnienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czyste; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchoci. Para przegrzana. Wykres h-s. Tabele pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a i Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń mechanicznych: chłodniczka sprężarkowa, pompa ciepła. 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. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsat'a 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.	
Układy zasilania silników spalinowych 1	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, CEELECT). 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 benzynowy. Pomiar wydajności 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.	
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 wahadkowy (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. - zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody. - oparowanie oddechania w środowisku wodnym; zapoznanie z wyporem wody. - oparowanie 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, przytupienie, 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 praca 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.	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, 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 materiałowo-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, defekcja pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach nielokalowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Breda. • 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 - prawo Hooke'a • Wypiętanie materiału. Wypiętanie materiału - hipotezy rozciągania, hipotezy większego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramięgo, 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 • Skracanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skracanie prętów o przekrojach niekołowych, 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_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-wykreslna (momentów wrotnych), • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki rezonansu, smukłość, Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda, • 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 Menabreji, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabreji, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych, • Równanie trzech momentów, Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabreji, 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 • Zaliczenie	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietykowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (rodzaj maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. Ekomapa I. Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapa II - Awaryjne. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.	
Zespoły napędowe i nośne	K_W06, K_U01, K_U06, K_U08, K_U19, K_K01, K_K03
• Zadania układu napędowego. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych. Koła napędowe i opony. Zespoły nośne w pojazdach. Historia i rozwój nadwozi. Normy prawne dotyczące budowy nadwozi pojazdów samochodowych - wymagania dla poszczególnych podzespołów. Ergonomia i bezpieczeństwo. Rozplanowanie wnętrza pojazdu samochodowego. Aerodynamika nadwozi. Systemy CAD w budowie nadwozi. Moduły w programie CATIA V5 i ich wykorzystanie do projektowania zespołów nośnych. Technologia budowy nadwozi pojazdów samochodowych. • Wyznaczenie charakterystyki sprężystej docisku sprzęgła. Wyznaczenie częstości drgań własnych i współczynnika tłumienia zawieszenia. Analiza zgodności kinematycznej zawieszenia i układu kierowniczego. Wyznaczenie momentu bezwładności kół jezdnych. Wyznaczenie oporów mechanicznych skrzynek biegów. Wyznaczenie temperatury pracy mechanicznej skrzynki biegów. Pomiar i regulacja luzów w przekładni głównej.	

3.8. Specjalność: Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe, stacjonarne

3.8.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	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.	100 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=hml&S=256&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.8.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2

4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	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	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	ME	Budowa samochodów 1	30	0	15	15	60	4	T	
6	ME	Diagnostyka samochodów 1	30	0	30	0	60	4	T	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	15	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne	15	0	15	0	30	2	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	30	0	15	15	60	4	T	
6	ME	Technologia samochodów	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 6			210	30	165	30	435	30	4	0
7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	ME	Eksploatacja silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	5	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
7	ME	Systemy sterowania silników 1	30	0	15	0	45	6	T	
7	ME	Teoria silników spalinowych	15	15	0	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 7			75	15	30	90	210	30	1	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1245	510	615	225	2595	210	17	7

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.

3.8.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	14
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	6
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	38 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	458 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	39
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	24 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	150 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	30
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	66.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	153 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	24
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	202.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=256&C=2019>

3.8.4. Treści programowe

Treści programowe (ksztalcenia) 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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=256&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca- samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej i dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów 	

technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgła ciernych. • Mechanizm skrzynki biegów. • Sprężnie i przekładnie hydrokinetyczne. • Automatyczne skrzynie biegów. • Wały napędowe, półosi 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. Korektery sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. • Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. • Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. • Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszania i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawieszzeń. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawieszzeń. • Budowa zawieszania – 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 dwuwalkowej. • Budowa skrzynki biegów trójwalkowej. • 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 zawieszania. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawieszania. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszania.	
Diagnostyka samochodów 1	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 spalinych pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszania i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych.	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
• Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• 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.	
Eksploatacja silników spalinych 1	K_W05, K_W10, K_U01, K_U14, K_K03
• Wprowadzenie do eksploatacji silników spalinych. Tarcie w elementach silników. Smarowanie elementów silnika. Procesy zużywania metalowych elementów silnika. Ustalanie przyczyn uszkodzenia silnika. Analiza uszkodzeń układu korbowego silnika i układu rozrządu. Analiza uszkodzeń kadłuba, cylindrów i głowicy silnika. Obsługa techniczna silnika. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ESS. Weryfikacja kadłuba i głowicy, naprawa metodą szluserską. Pomiar oraz ocena zgłęć i skręceń korbowodu. Kontrola i weryfikacja wałka rozrządu. Kontrola i weryfikacja układu korbowo-blokowego. Kontrola i weryfikacja grupy zaworowej: montaż i demontaż i grupy zaworowej. Wykorzystanie aparatu czterokolorowego do oceny smarności oleju silnikowego. Zaliczenie ćwiczeń.	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
• Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej.	
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 eksperymentalnej 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
• Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady: obrót punktu dookoła prostej rzutującej, kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziały, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościłany: rzuty wielościłanów, rozwinięcia wielościłanów, punkty przebiecia wielościłanów prostą, przenikanie wielościłanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą; przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cehowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowo: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone lamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnego programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, hamulcowych, sprężyn, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wskazywanie programem AutoCAD wykonania rysunku i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, modyfikacja rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn. Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie. Cechy techniczno-użytkowe maszyn. • Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny. Kształtowanie powierzchni. Ruchy w maszynie. Podział ruchów. Ruchy kształtowania. Ruchy podziałowe. Ruchy nastawcze. Ruchy skrawania. Układ kształtowania maszyny. Układ konstrukcyjny maszyny. Podstawowe zespoły maszyn. Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny. Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki koparki. • Preczynarki: Cechy charakterystyczne, Preczynarki ramowe. Preczynarki taśmowe, Preczynarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Precziogarki: Cechy charakterystyczne, Odmiany precziogarek. • Szlifierki Charakterystyka i rodzaje szlifierek. Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn. Szlifierki osiżarki, Obrabiarki do osiekowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne. Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzebień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzebień, Metody obróbki uzebień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Frezarki szlifowania uzebień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Obrabiarki do uzebień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzebień, Metody obróbki uzebień kół walcowych, Szlifierki Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzebień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Szlifierki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifierki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC. Centra obróbkowe CNC. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Szlifierka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklejanych. • Aproxymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproxymacja 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
• Aksjomatyka teorii liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciąg liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągłości, otoczeniowa i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna 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 i ich własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej i płaszczyzny w przestrzeni, proste skośne i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. • Całki nieoznaczone. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenia rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
• Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne: równanie różniczkowe i jego rozwiązanie. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnie, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. • Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zamiana zmiennych w całce wielokrotnej.	
Materiały eksploatacyjne	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
• Charakterystyka powstawania paliw węglowodorowych. Paliwa do silników o zapłonie wymuszonym. Podstawowe właściwości paliw benzynowych. Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym. Podstawowe właściwości paliw do silników o zapłonie samoczynnym. Biopaliwa i paliwa gazowe. Oleje silnikowe. Smary plastyczne. Płyny do układu chłodzenia i układu hamulcowego. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie lepkości par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu oleju napędowego. Pomiar temperatury mglenia 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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, żniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węgłem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Stal i stal nierównoważna • Żelazo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia ilościowa • Odkształcenie plastyczne, żniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi • Stal nierównoważna • 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 cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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 przesyżnione. • Wektor momentu siły względem biegunia i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana biegunia momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suchego, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec tarcowy 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 liniowego ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątownego ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie w wybranych punktach mechanizmu płaskiego. Ruch układu bryły. • 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 bryły. • Tarcie, hamulec tarcowy i klocek, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu bryły, równowaga układu podpartego w luzach. • Środki ciężkości układów bryły 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 bryły, 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01, TK02, TK03, TK05 • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu bryły, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07, TK08, TK09 • Energia kinetyczna bryły, układu bryły, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na bryłę w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu bryły. Przykłady	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_U08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące stan osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. 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 Prandtl'a, zwięzła Venturii'ego, krzyża ISA, Rotamet. Zasada działania gaźnika i strumieniocy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. Wyznaczenie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczenie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu krzyż ISA • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: Anemometry przepływowe, pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera dla płynu idealnego mechaniczne maszyn przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa. Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczenie 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 osiowoosymetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ mier laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulenty. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsovo średnione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty przez przewody. Wykres Nikuradego. 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 nielentunowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko odenwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział bryły 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: adiabat Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lekkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu.	
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. • Artykuł powiązany z odczytaniem i odcwarzaniem systemów pomiarowych. Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiar wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współzależności techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.	
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; tożuch 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 serwo mechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; 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. Programowanie sterowniki logiczne PLC. Podstawy sterowania numerycznego. Struktura funkcjonalna sterowania numerycznego. • Sterownik położenia napędu. Podstawy programowania układów sterowania numerycznego. • Sterowanie programem sterowania. • Sterowanie korpusu obrabiarki sterowania CNC: układy sterowania 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<p>• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciężkość w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uziebnień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ścierna. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkole. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia towarzyskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uziebnień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uziebnień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<p>• 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</p>	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i ciepłe metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą MIG/MAG • Spawanie metodą TIG. Spawanie metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obciążeniem wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali</p>	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyki, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podzajły i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy; automatyka obróbki przedmiotów, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, ODP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczenie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne - dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne (PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aprosymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwornika elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. • Próba identyfikacji badanego czwornika (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznej i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu, podstawowe własności pomiarów. Analiza i synteza układów regulacji Cw. 5. Programy symulacyjne (np. CoDas lub Matlab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwita) krytyczny współczynnik wzmacnienia kkr dla danego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmacnienia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji T_{osc}. Stosując metodykę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystykę skokową dla układu z optymalnymi nastawami regulatora. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przesterzanie 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</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>• 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 - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, skuteczność własności i wzajemności. • Klasyfikacja urządzeń i obwodów. Wykresy napięciowe i prądowe zmiennych. Wartości chwilowej, średniej i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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. Maszynny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki 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.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<p>• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obciążenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy tribologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i 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 wstęgowych, klinowych, wiałowypustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podane. • 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 podane. Sprzęgła przymusowe. Dobór i obliczenia sprzęgła. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i 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 wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslino - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<p>• Napędy. Przeniesienie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyproru, odcięk przyproru, wskaźnik przyproru. Prawa zązebnienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyproru. Metody obróbki kół zębatach. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunienia osi na współprace kół. • Graniczna liczba zębów. Korekta technologiczna i konstrukcyjna uziebienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekta P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekta kół walcowych śrubowych. Linia przyproru. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, 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 kół stożkowych. Korekta kół stożkowych. • Przekładnie stożkowe z kołami o zębach prostych i skośnych. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i koła ślimakowego. • Prędkość ślizgania zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność zązebnienia i sprawność całkowita przekładni. Korekta koła ślimakowego i odległości osi po korekcie. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie cęgnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni cęgnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. Projektowanie przekładni łańcuchowej. • Podstawy napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie</p>	

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. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • 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 zakładowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w styku połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywność 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 klamkowego przeciżarowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiącące 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 wzbudzonego w kole przekładni pasowej, o przełożeniu 10, przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrac schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Dobrac łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowego oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.	
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 macierowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściśnianego-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. Równania parametryczne. • Wektor obciążenia i wektor przemieszczeń. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniiowy 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 siatki 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. 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
• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instrukcja z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAX). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
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 odkształceniu plastycznemu; 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 odkształczalnych. • Tłoczenie; informacje o przebiegu ciecía, gięcia i kształtowania wyłoczek. • 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, ciągnięcie prętów i rur. • Wyciskanie; przebieg procesu i rodzaje wyrobów wykonawczych części walcowanych. • Nietwierdzenie sprężyny podczas obróbki plastycznej. • Wyznaczanie zależności 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 naczyń w kształcie kubka (wyznaczenie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). • Spęszczanie wałców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). • Walcowanie paszków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). • Kształtowanie wyrobu łączącego operacje ciecía i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczni i urządzeń dynamizujących proces technologiczny. Wielotłaczowe kształtowanie naczyń cylindrycznych; wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarcia 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 kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. • 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: pękanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów przelotnych podczas przetworzenia, zjawiska i właściwości reologiczne przy podstosie procesu wytłaczania, wykrysy 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 lepkościowych 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	
Silniki spalinowe 1	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 iskrowym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i doładowania 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. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dynamia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematu wykładu. Układ rozrządu silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania – Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Układy sterowania silnikiem. Układ dolotowy. Doładowanie silnika. Zaliczenie projektu.	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie brylowe. • 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 sterowania silników 1	K_W06, K_U01, K_U06, K_U16, K_U17, K_U19, K_K01, K_K05
• Zarys rozwoju układów zapłonu i zasilania silników spalinowych. • 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 z ZS i transmisja danych między układami elektronicznymi. Procedury awaryjne sterowania silnikiem i układy OBD • Wyznaczanie charakterystyki czujnika indukcyjnego prędkości obrotowej; Wyznaczanie charakterystyki czujników temperatury cieczy i powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia przepustnicy; Wyznaczanie charakterystyki czujnika ciśnienia bezwzględne powietrza. Wyznaczanie charakterystyki przepływomierza powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia pedału przyspieszenia.	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytory tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja serjyna. 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika	

komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów): blachy cienkie, technologiczność nadwozi samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i przewodników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000.	
Teoria silników spalinowych	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
• Uwarunkowania stosowania paliw konwencjonalnych i alternatywnych w tłokowych silnikach spalinowych. Proces tworzenia mieszaniny palnej i spalania w silniku o zapłonie wymuszonym. Proces tworzenia mieszaniny palnej i spalania w silniku o zapłonie samoczynnym. Analiza przebiegu wywężania ciepła w silniku. Obliczanie przebiegu wywężania ciepła za pomocą formuły Wibe'go. Obciążenie cieplne silnika tłokowego. Metody obliczania przebiegu zmian temperatury czynnika roboczego. Metodyka doładowania silników spalinowych. Wykorzystanie teorii podobieństwa do modelowania procesów zachodzących w silniku. • Wprowadzenie do obliczeń przebiegu zmian ciśnienia i temperatury w cylindrze silnika o zapłonie samoczynnym. Wykorzystanie wskaźników pracy silnika do obliczeń jego podstawowych parametrów. Wykorzystanie zależności Leidemana do obliczeń orientacyjnego przebiegu charakterystyki zewnętrznej silnika. Komputerowe obliczenia parametrów procesu spalania na podstawie przebiegu spalania wyznaczonego funkcją Wibe'go. Komputerowe obliczenia wpływu strategii wtrysku na parametry silnika o ZS typu DI. Analiza wyników obliczeń i zaliczenie ćwiczeń.	
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 Boltzmann. 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. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanki). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czyste; 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 grzejąca. 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. Obliczenie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kolla. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednokrotny bilans termiczny i kaloryczny równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanki - 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. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji - masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia - sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia - cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury - przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury - cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury - wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.	
Układy zasilania silników spalinowych 1	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, CEELECT). 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.	
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 ogólnego 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: - zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na plecach 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: zachytnięcie, skurcz, przytupienie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, posłig, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: posłig, prawidłowa praca NN i prawidłowa praca RR. Dwuwymiarowy stan napięcia - wzory transformacyjne, napięcia główne, kóło napiężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu napięcia. Czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych - założenia, rozkład napiężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych - założenia, rozkład napiężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych - wzory Bredta. • Zginanie proste - założenia, analiza napiężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan napięcia i odkształcenia - oznaczenia składowych, tensor napiężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • Wyteżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych napiężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego - Beltramiiego, 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 napięcia - zastosowanie wzorów transformacyjnych, kóło napiężeń Mohra • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych - analiza pręta skręcanego, przekroje prętów skręcanych • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste - wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, 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 materiałowych-stacyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy; analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan napięcia - wzory transformacyjne, napięcia główne, kóło napiężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu napięcia. Czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych - założenia, rozkład napiężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych - założenia, rozkład napiężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych - wzory Bredta. • Zginanie proste - założenia, analiza napiężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan napięcia i odkształcenia - oznaczenia składowych, tensor napiężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • Wyteżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych napiężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego - Beltramiiego, 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 napięcia - zastosowanie wzorów transformacyjnych, kóło napiężeń Mohra • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych - analiza pręta skręcanego, przekroje prętów skręcanych • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, 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_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-wykreslna (momentów wrotnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych - wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste - wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • 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 Vereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne. Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabre, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Stacyczna próba rozciągania, ściśła próba rozciągania • Stacyczna próba ściskania, próba udamności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zaliczenie	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
• Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe wydobywcze, przetwórcze, eksploatacyjne i demontaż, ekologiczne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietywanie. • Awary przemysłowe. Źródła powstawiania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranych przedsiębiorstw (rodzaj maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. Ekomapa I - Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapa II - Awary. • Omówienie uzyskanych wyników odkształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.	

3.9. Specjalność: Programowanie i automatyzacja obróbki, stacjonarne

3.9.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	117 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	105 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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	55 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

1. związków efektów uczenia się 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. rozwinięcie 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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=250&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.9.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	ME	Ekologia	30	0	0	0	30	3	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	15	0	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	☑
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	0	0	315	30	2	1
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FM	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 dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			165	90	45	30	330	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	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	MG	Odewnictwo i spawalnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	☑
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	5	T	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	☑
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	3	N	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	MD	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	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	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny sterowane NC	30	0	30	0	60	5	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn	30	0	0	15	45	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MO	Programowanie maszyn CNC 1	15	15	30	0	60	4	N	
6	MO	Systemy CAM	0	0	60	0	60	3	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	
Sumy za semestr: 6			165	45	210	15	435	30	3	0
7	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MO	Programowanie maszyn CNC 2	0	0	45	0	45	6	N	
7	MK	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	☑

7	MO	Zaawansowane systemy CAD/CAM	0	0	60	0	60	8	N	
Sumy za semestr: 7			15	0	105	90	210	30	0	1
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1140	510	735	210	2595	210	15	7

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwiła 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.

3.9.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	427 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	39
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	38 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	160 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	101.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	153 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	24
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	195.50 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=250&C=2019>

3.9.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=250&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyfikacja modeli wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.). zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Egzamin inżynierski	K_W05, K_W13, K_U01, K_U09, K_K06
• Egzamin pisemny	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza. Wody 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.	
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 eksperymentalnej mechaniki kwantowej: zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy • Fenomeny powierzchniowe • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrycy w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury wiązań 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
• Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Obroty i kłady: obrót punktu dookoła prostej rzutującej, kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobów: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostopadłe w osmiu obszarach, rzuty prostopadłe na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościanny: rzuty wielościannów, rozwinięcia wielościannów, punkty przebiecia wielościannów prostą, przenikanie wielościannów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebiecia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. • Rzuty prostopadłe w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowo, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczenie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Klasy. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, klady. Rzuty prostopadłe na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Rzuty prostopadłe na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowo: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • Przekroje złożone łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym: omówienie ogólnego programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyski do belki stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprężeń, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne,	

pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, ciepłe, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. Zaliczenie: na podstawie rzutu aksonometrycznego wykonanie (w rzutach prostokątnych z zastosowaniem przekrojów, wymiarowania) rysunku przedmiotu. • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn, elementów prostych (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), elementów z gwintem (chropowatość powierzchni, tolerancje geometryczne), korpus. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy.	
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 maszyn. Korpusy i prowadnice. Wrzeczona 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 diagnostyczne. 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 wrzeczennika. Dobór silnika. Napęd bezstopniowy. Obliczenia konstrukcyjne przekładni mechanicznych. • Analiza możliwości programowania maszyn CNC i wymiany danych w procesie sterowania. Zaawansowane programowanie dialogowe obróbki. • Odmianny konstrukcyjne maszyn sterowanych numerycznie: Tokarki CNC, frezarki CNC, centra obróbkowe, szlifiarki CNC, maszyny do obróbki laserowej i elektroerozyjnej, maszyny do cięcia strugą wodno-ciężką, 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 trendu rozwojowego w budowie i eksploatacji maszyn. • 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 trzpień 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
• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn. Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie. Cechy techniczno-użytkowe maszyny. • Układ funkcjonalny maszyny. Układ roboczy maszyny, kształtowanie powierzchni, ruchy w maszynie, podział ruchów, ruchy kształtowania, ruchy podziałowe, ruchy nastawcze, ruchy skrawania, układ kształtowania maszyny, układ konstrukcyjny maszyny, podstawowe zespoły maszyn, zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie i cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwyłtowe, Tokarki tarzowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytarczarki i wytarczarko-frezarki: Wytarczarki, Wytarczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiaraki. • Precyzynarki: Cechy charakterystyczne, Precyzynarki ramowe, Precyzynarki taśmowe, Precyzynarki tarzowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przeciagarki: Cechy charakterystyczne. Odmianny przeciagarek. • Szlifiarki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifiarki do wałków kłowe, Szlifiarki do wałków bezkłowe, Szlifiarki do otworów, Szlifiarki do płaszczyzn, Szlifiarki ostrzakowe, Obrabiarki do osiekowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uziebień: Charakterystyczne cechy kształtowania obróbki uziebień CNC. • Trendy rozwojowe w budowie i eksploatacji maszyn. • Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uziebień kół walcowych, Szlifiarki Nilesa, Szlifiarki Maaga, Obrabiarki do uziebień: Charakterystyczne cechy kształtowania uziebień, Metody obróbki uziebień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uziebień kół walcowych, Szlifiarki Nilesa, Szlifiarki Maaga, Szlifiarki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifiarki CNC, Obrabiarki do kół zębatych CNC, Centra obróbkowe CNC. • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka wspomniowana uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. • 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
• Aksjomatyczna teoria liczb rzeczywistych. Aksjomatyka liczb rzeczywistych. Zasada indukcji. Zbiór liczb naturalnych, całkowitych i wymiernych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotomiczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciąg liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Definicja ciągu, otoczenia i definicja Cauchy'ego granicy i ciągłości funkcji. Własności funkcji ciągłej na przedziale domkniętym i ograniczonym. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Twierdzenie Taylora. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Dowodzenie równości i nierówności. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna 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. • Elementy geometrii analitycznej: wektory działające w przestrzeni i własności i interpretacja geometryczna równania prostej i płaszczyzny w przestrzeni prostej skośnej i odległość między nimi, prosta na płaszczyźnie, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Powierzchnie i stopnia drugiego: sfera, elipsoida, stożki, paraboloidy i hiperboloidy. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
• Granica ciągu w przestrzeni euklidesowej. Granica i ciągłość funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne: równanie różniczkowe i jego rozwiązanie. Zagadnienie Cauchy'ego. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązania. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnie, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe drugiego rzędu, równania liniowe. • Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Zmiana zmiennych w całce wielokrotnej.	
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 i stopów • Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach Fe-C w warunkach równowagi • Staliwo i stal niestopowa • Żelazo • Budowa krystaliczna metali i stopów • Badania metalograficzne mikroskopowe • Badania metalograficzne makroskopowe • Metalografia ilociowa • Odkształcenie plastyczne, zgniot i rekrytalizacja • Układ równowagi żelazo-węgiel • 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 cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka 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 statyczne rozwiązywane i przeszływione. • Wektor momentu siły względem bieżąca i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieżąca momentu. • Para sił, twierdzenie o równości par sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. • Przykłady. Więzy, reakcje więzów, parabola i hiperbola. Powierzchnie równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec kłockowy 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 kątowne 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 kłockowy, 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. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środki masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania ruchu. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. • Kolokwium nr 1 z zakresu treści kształcenia, TK01, TK02, TK03 • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • 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, TK09 • Energia kinetyczna bryły, układ brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił działających na	

były w ruchu postępowym, obrotowym i płaskim. Moc chwilowa. Pole potencjalne, potencjał pola. 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
<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie osrodka ciągłego, wielkości opisujące ścian osrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. Zasada zachowania masy; różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu. Dynamika płynów doskonałego i zasady 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 Prandtl'a, zweźka Venturii'ego, kryza ISA, Rotamet. Zasada działania gaźnika i strumieniowca. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtl'a 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 Francis. 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: Reynolds, Macha, Eulera, Frouda. Strouhala. Zasady pomiarów w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ w osłowymymetrycznym. Przepływ Couette. Zaręby teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsofsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradze. 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 nienuitonowskie. 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. Współczynnik sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnienia w 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 Laval'a. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zabłokowanie przewodu.</p>	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zaręby okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zaręby 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 i falistość powierzchni. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiarów odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie do inżynierii odwrotnej.</p>	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<p>• 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 wyprowy i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa; sławki; rozkład kinematyczny; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwonaczynia hydrauliczne. • Sumowanie i łączenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.</p>	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<p>• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania. Płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie, obróbka gwintów, obróbka uziebień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ścierniwy. Przygotowanie ścierniwy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uziebień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uziebień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<p>• 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</p>	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i ciepłe metalu • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali</p>	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyki, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatyki regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją automatyki • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe obrotu automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatyki regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PFP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwornika elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej • Próba identyfikacji badanego czwornika (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Coda lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatyki regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla danego układu automatyki regulacji; sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: k < kkr, k = kkr, k > kkr. Dla k < kkr wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z nichosów ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla k = kkr. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodykę Wykłada-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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</p>	

robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania	
Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U15, K_K04
<p>• 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. Znaczenie procesów starzenia. Erozja i procesy starzenia. • Eksploatacyjne procesy starzenia. 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. Wdrażanie urządzeń do użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Charakterystyka obsługi maszyn. Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. Obsługiwanie orzechowywanych maszyn. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Niezawodność obiektów złożonych. Naprawialność. Trwałość maszyn. Kształtowanie niezawodności maszyn, sposoby zwiększania niezawodności. • Zarządzanie eksploatacją i zapewnienie utrzymania ruchu maszyn. Strategie eksploatacyjne. Zasady eksploatacji maszyn. Nowoczesne podejście do utrzymania ruchu maszyn. • Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. • Matematyczny opis sterowania eksploatacją urządzenia uogólnione. • Opracowanie technicznego wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyn. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>• 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 - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytworzenie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skutkowa. • Przekładnie mechaniczne. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego i ich opis. • R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Obwody prądu sinusoidalnego. 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. • Transystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Trystator - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki 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.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<p>• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obciążenia zmęczeniowe. Obciążenia statyczne i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczenia. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy tribologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane, klejone. Zasady konstrukcji i 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 gwinciu i powierzchni oporowej. Zyskowność, samohamowność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpustowych, kłowych, wielowpustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy siodłane i przekładnie rurow i ich połączenia, zawory. • Przenoszenie mocy i ruchu mechanicznego. • Osiaki wałka i koła silnikowe. • 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. Żywność i dobór łożysk tocznych. • Sprzęgła sztywne i podtne. Sprzęgła przymusowe. Dobór i obliczenie sprzęgła. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchytek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według danego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreslną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchytek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<p>• Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębnych. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa ząsębienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębnych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunęcia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekta technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekta P-O P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekta kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni wałowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, 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. Korekta kół stożkowych. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne. Osiaki wałka i koła ślimakowe. • Konstrukcja i obliczenia zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność ząsębienia i sprawność całkowita przekładni. Korekta koła ślimakowego i odległości osi po korekcie. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębnych walcowych i stożkowych na zginanie, naciśnięcie 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 łańcuchowych. • Podstawy napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • 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. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • 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 zakładowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwodniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębnych 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 stanowiące kół zębnych i przekładni zębnych. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stapi biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgło wbytno mechaniczne, płaskie i kołowe. Rozkłady naprężeń i parametrów technologicznych określonej moc P [kW]. Wykonanie obliczeń kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzenie rysunku złożeniowego oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Wykonać schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębnych. Dobrać łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształt części geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze wskazanych przez prowadzącego.</p>	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
<p>• 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 i ratowania, płaskiego i kołowego. 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. Linioy 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 siatek 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. • Modelowanie struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. 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.</p>	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny • 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 półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytnów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy zarządzania produkcją w procesie technologicznym. Systemy nadzoru w procesie technologicznym. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAD). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	
Programowanie maszyn CNC 1	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
<p>• Zasady programowania obrabiarek CNC. Cechy charakterystyczne programowania obrabiarek CNC. Formaty bloków informacji. • Programowanie ręczne tokarek CNC. Programowanie funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Programowanie interpolacji liniowej i kołowej. Programowanie korekcy toru ruchu narzędzi. Programowanie cykli stałych. Programowanie parametryczne. Przykłady programowania ręcznego. • Programowanie automatyczne CAD/CAM tokarek CNC. Cechy charakterystyczne programowania automatycznego. Program źródłowy. Modelowanie bryłowe i powierzchniowe. Tworzenie ścieżek narzędzi. Symulacja danych pośrednich. Generowanie programów sterujących. Przykłady programowania automatycznego. • Sprawdzanie programów sterujących. Symulacja programów sterujących. Optymalizacja programów sterujących. • Zapis funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Wprowadzanie parametrów technologicznych. • Programowanie interpolacji liniowej (współrzędne prostokątne i bieżunowe). • Przykłady różnych sposobów programowania interpolacji kołowej • Stosowanie korekcy toru ruchu narzędzi. Przykłady elementów programowania parametrycznego. • Przykłady programów obróbki na tokarkę CNC. Przykład obróbki wałka. • Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla tokarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcy promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i</p>	

wewnętrznym 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 korekcy promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów wiercenia, gwintowania, frezowania płaszczyzn i rowków na frezarkach CNC. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC.	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
Programowanie maszyn CNC 2	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
• Struktura programowania parametrycznego oraz strukturalnego i jej podstawowe elementy. Wykorzystywanie dostępnych zmiennych, funkcji arytmetycznych i trygonometrycznych w zadaniach. Symulacja i weryfikacja poprawności działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Używanie warunkowych oraz bezwarunkowych pętli programowych i skoków w programie. Definiowanie warunków zabezpieczających poprawne działanie programu. Symulacja i weryfikacja poprawności działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Zastosowanie programowania parametrycznego w programach obróbkowych dla rodzin części. Symulacja i weryfikacja poprawności działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego tokarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów wiercenia, gwintowania, fazowania i toczenia rowków. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów toczenia gwintów. Kopiowanie i transformacje ścieżek narzędziowych w operacjach tokarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego frezarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni zamkniętych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów nawiercania, wiercenia, fazowania, gwintowania oraz frezowania otworów i pogłębień. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego kieszeni otwartych i fazowania krawędzi. Kopiowanie i transformacja ścieżek narzędziowych w operacjach frezarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich.	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
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 wyłotcek. • 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. • Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. • Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. • Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • Wyznaczanie przebiegu krzywizny umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. • Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawiania krzywizny z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartości siły maksymalnej i jakości powierzchni przecięcia). • Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w poddasz wyginania pod kątem 90). • Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). • Szpeccanie wałców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). • Walcowanie paszków 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 tłoczniaka i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wieloletowe kształtowanie naczyń cylindrycznych; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przelotek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarcia 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 kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. • Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu; określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących.	K_W02, K_W04, K_W07, K_U09, K_U04, K_U08, K_K03
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_U09, 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 zaliczenia w procesie wykrawiania krzywizny z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartości siły maksymalnej i jakości powierzchni przecięcia). • Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w poddasz wyginania pod kątem 90). • Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). • Szpeccanie wałców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). • Walcowanie paszków 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 tłoczniaka i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wieloletowe kształtowanie naczyń cylindrycznych; wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przelotek; sprawdzenie konieczności stosowania wyzarcia 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 kuzniarce; obliczenie wymiarów materiału wyjściowego; wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuzniarki. • Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu; określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących.	K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
Systemy CAM	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 walcowanych i pryzmatycznych. • Zaznajomienie z podstawowymi operacjami modelowania CAD w tym: modelowanie bryłowe, podtylenia, szkice, algebra Boole'a, modelowanie poprzez szkice. • Zaznajomienie z podstawowymi analizami obrabianej części pod względem zaostrzeń, pochyłeń, maksymalnego wysięgu narzędzia. Zastosowanie modułu CAD na potrzeby modułu 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 zabiegów wiercenia, gwintowania, fazowania i toczenia rowków. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • 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.	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odzworowanie 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAx. • Modelowanie krzywizn 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 wspomn. • Element typu tarka, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyny i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak. • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego	K_W05, K_W07, K_W09, K_W17, K_U01, K_U09, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
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. Odmienny konstrukcyjne. • Własności skrawania. • 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 mechatroniczne 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. Pomiany systemów narzędziowych bezpośrednio na obrabiarce i ustawianych zewnętrznie. • Badania wpływu geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór lamacza wióra, materiału narzędziowego. • Badania wpływu geometrii narzędzia i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Badania doświadczalne 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 uchwyty specjalnych. Projektowanie uchwyty składanych • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego frezowania - projekt	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
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 związane z bezpieczeństwem i higieną pracy. • Komputeryzacja i usługa sieciowa. • Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstu. 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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	K_W05, K_W07, K_W14, K_U01, K_U02, K_U17, K_K03
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 wspomaganie 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 • Uruchamianie procesu	

technologicznego opracowanego głównie na obrabiarki sterowane numerycznie (CNC), analiza procesu, poprawa procesu • Zapoznanie się z programami oraz narzędziami do komputerowego wspomagania projektowania procesów technologicznych • Opracowanie własnego procesu technologicznego z zastosowaniem dostępnych środków technologicznych i narzędzi informatycznych	
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 Boltzmana. 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. Mieszanki 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 silowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławnienie 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 ciepła. 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. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.	
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. - zanurzenie twarzą, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, opanowanie oddechania 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: zachłystnięcie, skurcz, przytupienie, 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 praca 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 wybrany przez studenta stylem.	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, 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-stacyczna 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 • Wypiętanie materiału, hipotezy hipotezy największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramięgo, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Missesa, 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 • Naprężenie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzoowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfelda. • 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 płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wrotnych) • 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, ściśnięcie próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarowości • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zaliczenie	
Zaawansowane systemy CAD/CAM	K_W05, K_U07, K_U09, K_U16, K_K03
• Opracowanie modeli 3D różnych typów wyrobów. • Opracowanie złożów różnych typów maszyn i mechanizmów. • Opracowanie dokumentacji technicznej 2D różnych typów wyrobów. • Automacyjne 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.	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbkowe, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie. • Awarie przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standardizowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (rodzaj maszyn technologicznych, stosowane materiały i substancje, wyroby, skala produkcji, infrastruktura) • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie wpływu działalności przedsiębiorstwa na środowisko naturalne. Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Opracowanie instrukcji do oceny aspektów i wybór aspektów znaczących. Ekomapa I - Aspekty środowiskowe • Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. Program gospodarki odpadami w przedsiębiorstwie. Identyfikacja odpadów, opracowanie strumienia odpadów komunalnych, przemysłowych i niebezpiecznych w przedsiębiorstwie. • Identyfikacja zagrożeń w przedsiębiorstwie. Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej. Ekomapa II - Awarie. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.	

3.10. Alternatywne źródła i przetwarzanie energii, niestacjonarne

3.10.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	54 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	41 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=M&TK=html&S=329&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.10.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	☐
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	☐
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	☐
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	☐
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	☐
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	☐
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	☐
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	☐
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	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	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	MD	Dynamika gazów	10	4	10	0	24	4	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MD	Urządzenia energetyczne	20	6	10	4	40	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	20	10	10	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 6			88	49	52	4	193	28	3	0
7	MD	Energetyka wód i atmosfery	18	4	9	6	37	5	T	
7	MD	Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania	22	10	16	0	48	5	T	
7	MD	Energia słoneczna i ciepła biosfery	28	10	14	6	58	5	T	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MD	Ogrzewnictwo i wentylacja	10	0	0	8	18	2	N	
7	MD	Poszanowanie energii	12	0	18	0	30	3	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
Sumy za semestr: 7			104	24	64	20	212	25	3	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N	
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			754	322	324	175	1575	210	18	9

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.

3.10.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	16
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	40 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	478 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	34
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	189 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	27
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	116 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	234 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	231 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=329&C=2019>

3.10.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=329&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utilitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyfikacja koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa, • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych, • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy, • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi, - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodely w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego, • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody dotychczasowych konstrukcji, - projektowanie ergonomii, - projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego, • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożenia (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	
Energetyka wód i atmosfery	K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_U15, K_U17, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Budowa atmosfery, statyka atmosfery, globalna cyrkulacja atmosferyczna, procesy fizykochemiczne w atmosferze, zmiany klimatyczne. 2. Charakterystyki przepływowe i energetyczne wiatru. Wiatr jako zjawisko fizyczne. Określenia, 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. Porwy 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. 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. Pomiar Badania modelowe turbiny wiatrowej. 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. • Projektowanie elektrowni wiatrowych: Adaptacja metody Larrabea do określania 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. Generatory energii elektrycznej stosowane w energetyce wiatrowej: układy regulacji, pomiary; akumulacja energii elektrycznej. • 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, Francisca, Deriaza, Banki-Michella-Stellera, Peltona, Gilkesa. Moc i wyróżnik szybkoobrotowości. Zakresy stosowalności poszczególnych rozwiązań. Sprawność turbiny wodnej. Równanie Eulera dla turbiny wodnej. Rury ssawne. Typy elektrowni wodnych: przepaporowe, z derywacją kanałową i derywacją rurociągową, przepływowe. Elementy konstrukcyjne elektrowni. Obliczenia optymalnego wydajności i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Obliczenia geometrii turbiny Kaplana. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym w rurociągu ciśnieniowym. Obliczenia optymalnego wydajności i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym. Prognozowanie powstawania kawitacji na profilu łopaty turbiny Kaplana 	
Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Ogólne wiadomości o spalaniu. Fizyka spalania – podstawowe pojęcia. Rozprzestrzenianie się płomienia w mieszanekach jednorodnych. Płomienie dyfuzyjne. Kinetyka spalania. Szybkość reakcji chemicznych. Równowaga chemiczna. Stała równowagi chemicznej. • Utleńiacze. 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. • Techniki czystego spalania – ograniczenie emisji składników toksycznych w urządzeniach przemysłowych. Spalanie w złożu fluidalnym. Oczyszczanie paliwa – metody oczyszczania węgla. • Czyste technologie węglowe. Zgazowanie węgla. Gaz syntezowy. Układy gazowo-parowe z kotłami fluidalnymi. Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla. • 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 syntezą metanolu. Eتانol 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. Pocięcie paliw formowanych – ogólne informacje. „Spalanie” paliw w ogniwach paliwowych. Klasyfikacja ogniw paliwowych. • Podstawowe obliczenia z kinetyki chemicznej w oparciu o stałą równowagi chemicznej. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Określenie ilości spalin. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw gazowych. Ilość i skład spalin. Obliczanie maksymalnej temperatury spalania. • Określenie temperatury punktu rosy dla spalin. Straty ciepła w procesie spalania. • Spalanie biogazu. Spalanie biomasy stałej: zanieczyszczenia w spalaniu. • Pomiar temperatury płomienia. Wyznaczenie współczynnika nadmiaru powietrza. • Analiza składu spalin aparatem Orsaeta. Profesjonalne analizatory spalin. • Pozyskiwanie biogazu z osadów ściekowych - analiza procesu technologicznego. • Badanie właściwości termofizycznych biopaliw. • Określenie wilgotności biomasy. • Wyznaczenie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych i ciekłych. • Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej biomasy stałej za pomocą bomby kolorymetrycznej. • Automacyjny pomiar ciepła spalania paliw stałych. 	
Energia słoneczna i ciepła biosfery	K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U02, K_U04,

<p>• Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie ciepłe - mechanizm generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania ciepłego gazów oraz ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorcyjność, ciało szare. • 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 - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek metny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja - pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przelotności atmosfery w kierunku obserwacji w niejednorodnej atmosferze, stratosfera, troposfera, jonosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Parametry ruchu orbitalnego Ziemi - wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: pochylenie osi obrotu Ziemi, punkty równonocy i przesilenia, kształt orbity, ekscentryczność, aphelium i perihelium, precesja osi ziemskiej, precesja orbity Ziemi, bezpośredni wpływ parametrów ruchu orbitalnego na promieniowanie słoneczne, klimat i jego wpływ na promieniowanie słoneczne. • 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 powierzchni - 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 autokonwekcyj, atmosfera z rozkładem temperatury - równanie ciśnienia, rozkład gęstości - równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche - gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne - gradient wilgotnadiabatyczny, 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. • Obieg wody i globalna cyrkulacja oceaniczna: bilans wody, mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, wody powierzchniowe, wody podziemne, ustroj cieplny oceanu, rozkład temperatury i zasolenia, wpływ zasolenia na właściwości wody, falowanie - powstawanie, fale głęboko i płytkowodne, pływy, prądy morskie - charakterystyka, cyrkulacja powierzchniowa - przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna - cyrkulacja termohalinowa, Coriolisa, Belt. • Fotosynteza: główne cykle geochemiczne, cykl węgla, rezerwuary i przepływ węgla, cykl powiązany - cykl tlenu i wapnia, procesy kontrolujące przepływ, proces fotosyntezy, filogeneza organizmów fotosyntezujących, sprawność procesu. W1 • Energia słoneczna - właściwości: czas słoneczny - czas strefowy, równanie czasu, droga Słońca po nieboskonie, deklinacja i kąt godzinny, geometria układu Słońce - absorber, wschód i zachód Słońca dla płaszczyzny pochyłonej, wykres pozycji Słońca, nasłonecznienie i uśłonecznienie, pomiar promieniowania słonecznego, parametry i składowe promieniowania słonecznego - tabele nasłonecznienia, określanie składników promieniowania słonecznego przy niepełnych danych, opromienianie powierzchni absorbującej, modele promieniowania słonecznego - Liu-Jordana i model anizotropowy, współczynnik korekcyjny, pochylenie optymalne odbiornika. • Zasoby energii słonecznej: zasoby energii słonecznej na świecie i w Europie, zasoby energii słonecznej w Polsce i na Podkarpaciu, sezonowa i terytorialna zmienność warunków słonecznych, przebiegi dobowe nasłonecznienia i uśłonecznienia, optymalizacja ustawienia kolektora w warunkach Podkarpacia, zmienność klimatyczna warunków słonecznych, zasoby techniczne energii słonecznej, wpływ parametrów instalacji na zasoby techniczne. • Niskotemperaturowa konwersja fototermiczna: metoda wykorzystania energii promieniowania słonecznego, konwersja fototermiczna - zasada działania, właściwości promiennika absorbera, pokrycia selektywne, pokrycia transparentne - działanie i rodzaje, izolacja termiczna absorberów, rodzaje i budowa kolektorów niskotemperaturowych. • Kolektory cieplowe: bilans energetyczny kolektora, współczynnik transmisyjno-absorcyjny, transmisja energii w układzie otoczenie-pokrycie-absorber, współczynnik transmisyjno-absorcyjny dla promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, współczynnik odprowadzenia ciepła, straty cieplne kolektora, sprawność kolektora, wpływ parametrów kolektora na sprawność, badania kolektorów. • Systemy kolektorów cieplowych: 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. • Pompy ciepła: zasada działania, podział i zastosowanie pomp ciepła, efektywność pompy ciepła, sprężarkowe pompy ciepła - zasada działania, obieg termodynamiczny i czynniki robocze, sorpcyjne pompy ciepła - obieg termodynamiczny, mieszczary robocze - właściwości i zakresy pracy, schematy technologiczne, elementy układów z pompami ciepła, wykresy Stankov'ya, elementy pomp ciepła, dolne i górne źródło ciepła - wpływ na właściwości pompy, dolne źródło ciepła - rodzaje i właściwości, przybliżone obliczenie dolnego i górnego źródła, charakterystyki pomp ciepła, praca pompy ciepła w systemach cieplnych. • Solarne systemy pasywne: istota działania, systemy pasywne w budownictwie, układy ogrzewania pasywnego, akumulacja ciepła w systemach suszarniczych, systemy destylacji wody. • Kolektory powietrzne: rodzaje i zasada działania, kolektory niskokosztowe - zastosowanie i budowa, kolektory sztywne, rodzaje i właściwości absorberów, instalacje kolektorów powietrznych. Stawy słoneczne: rodzaje, budowa i zasada działania, zastosowanie. Kominny słoneczne: budowa i zasada działania, zastosowanie i właściwości energetyczne, instalacje istniejące i planowane. • Konwersja fotowoltaiczna: fizyka efektu fotowoltaicznego, budowa ogniw słonecznych, rodzaje ogniw fotowoltaicznych, materiały i wpływ temperatury na sprawność ogniw, zastosowanie koncentratorów, zastosowania ogniw fotowoltaicznych, hybryda kolektor słoneczny - ogniw fotowoltaiczne, oddziaływanie układów, rodzaje systemów fotowoltaicznych - zastosowanie i elementy składowe, systemy grid connected - rodzaje i budowa, elektrownie fotowoltaiczne, energetyka fotowoltaiczna - stan aktualny i perspektywy. • 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 heliosteryczna - stan aktualny i perspektywy, projekt „Desertec”, kuchnie słoneczne. • Energia geotermalna: mechanizm generacji, gradient geotermalny, natura i rodzaje źródeł geotermalnych, baseny hydrotermalne, możliwości wykorzystania ciepła geotermalnego, geotermia na świecie, europejskie i polskie zasoby geotermalne, polskie instalacje geotermalne, organizacja odbioru ciepła, charakterystyka nośnika ciepła, wymagania materiałowe, elektrownie i ciepłownie geotermalne - podstawowe schematy technologiczne. • Wpływ ustawienia powierzchni płaskiej na moc absorbowanego promieniowania słonecznego • Wyznaczenie charakterystyki cieplowodnej kolektora niskotemperaturowego. • Wpływ konstrukcji płaskiego kolektora cieplowodnego na jego właściwości. • Zależność współczynnika efektywności pracy pompy ciepła od parametrów dolnego i górnego źródła ciepła. • Sezonowa zmiana profilu temperatury w gruncie w otoczeniu kolektora spiralnego dolnego źródła pompy ciepła. • Charakterystyka elektryczna ogniwa fotowoltaicznego. • Wpływ temperatury pracy ogniwa na sprawność konwersji fotowoltaicznej. • Projekt instalacji grzewczej w budynku mieszkalnym lub budynku użyteczności publicznej produkującej ciepłą wodę oraz ciepło grzewcze na potrzeby centralnego ogrzewania w oparciu o sprężarkową pompę ciepła, kolektory słoneczne i trzecie uzupełniające źródło ciepła wysokotemperaturowego. 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.</p>	K_W02, K_U01
<p>Fizyka 1</p> <p>• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne</p>	K_W02, K_U01
<p>Fizyka 2</p> <p>• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy, Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalnej 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</p>	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<p>Grafika inżynierska 1</p>	K_W06, K_U01, K_U13
<p>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej. Ślady prostej. Przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutowanej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobów (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciąnu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Formaty zapisu wykładów. Zasady rozmieszczenia wymiarów. Zaliczenie treści wykładów. • Rzut Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej. Ślady prostej, określanie widoczności, przekazywanie informacji. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne od. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześciąnu (na podstawie rysunku aksometrycznego). Praca kontrolna - przenikanie dwóch walców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).</p>	K_W06, K_U01, K_U13
<p>Grafika inżynierska 2</p> <p>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczenie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z kołami zwiadowymi. Szlifierki. Nole zębatego przekładnie zębata. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/lamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacja. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</p>	K_W06, K_U01, K_U13
<p>Maszyny technologiczne</p> <p>• Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-uzyskowe maszyn, Układ funkcjonalny maszyn, Układ obrotowy maszyn, Układ przenośnikowy maszyn, Ruchy w maszynie, Podział maszyn, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyn, Układ konstrukcyjny maszyn, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn, Układ kinematyczny maszyn, • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytove, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytarczarki i wytarczarko-frezarki: Wytarczarki, Wytarczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspomnikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe, Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szliferek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uezbein: Charakterystyczne cechy kształtowania uezbein, Metody obróbki uezbein kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody kształtowania uezbein kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Strugarki mechaniczne i Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja, Frezarka wspomnikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja, • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC:</p>	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19

budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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 uwzględniania 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 i przekazywanie danych między procedurami.	
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 - Pochodne 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 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, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Stalwo, Żelazo • 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 płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość, ciśnienie, temperatura. Ścisłość gazu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. 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 Prandtl'a, zwojka Venturiego, kryza ISA, rotametr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. • Całkowita postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyn hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczenie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśnialego. 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 przepływu. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązywania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenia Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulenty. Opis turbulencji. Reynoldsofsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty 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 odierwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływane i nieopływane. 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 obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoxa d'Alemberta. Wzór Zúkowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływ ściśnięty. Zasada zachowania masy. Słaba zaburzenia - prędkość, dźwięk, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval'a. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopada i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.	
Mechanika techniczna 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 rozwiążalne i przesytynione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, 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 dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, parametry ruchu bryły, przykłady. • Ruch postępowy, parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmu, wiadomości podstawowe. • Kinematyka punktu 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 techniczna 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, charakterystyki 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 kółka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układ 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.	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odwrotności systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiar wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie.	
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 wporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwo mechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; sprzężenie mechaniczne i przez układ sterowania; sztywność kinematyczna sprzężenia. Interpolacja – rodzaje i realizacja. • Podział układów sterowania obrabiarek. Osie współrzędnej i struktury ruchowe w obrabiarkach sterowanych numerycznie. • Podstawowe układy sterujące. Programowanie sterowniki logicznej 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.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania. Płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ obróbki skrawaniem na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. • Struktura funkcjonalna sterowania numerycznego. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, przeciąganie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezbień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczczyń i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkółowe. Ściera obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie. Kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia	

<p>frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezębien. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania.</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<p>• 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</p>	
Odewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie.Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i oście metalu. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Formowanie modelu naturalnego, Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</p>	
Ogrzewnictwo i wentylacja	K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01
<p>• 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 kotłowni dla kotłowni wbudowanych. Dobór typu, ilości i wielkości kotłów. Charakterystyka materiałów przewodzących stosowanych w instalacjach c.o. - stalowe, miedziane, z tworzyw sztucznych. Charakterystyka pomp stosowanych c.o. Dobór i regulacja pomp. Zabezpieczenia budowy oraz ze względu na obszar zamknięty. Armatury - zawory grzejnikowe odcinające i termostatyczne, zawory odcinające proste i katowe, zawory dwururowe, 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 ciepłe. Sprężarkowe i absorpcyjne systemy w klimatyzacji. Ekonomizery. Niekonwencjonalne systemy regeneracji ciepła. Gruntowe wymienniki ciepła. • Wykonaj projekt instalacji centralnego ogrzewania wodnego z wymuszonym obiegiem wody dla budynku, którego podkład budowlany stanowi załącznik do tematu.</p>	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatykacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatykacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatykacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatykacji regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układu regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatykacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatykacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zamknięty. • Armatury - klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plažo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczenie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i silnik-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aprosymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnika elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej . Próba identyfikacji badanego czwórnika (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Codaś lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na własności statyczne badanego zmiennego. Określić wpływ sztywności sterowania, zwrotności na własności członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprężenia izodromowego na własności członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatykacji regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla danego układu automatykacji regulacji, sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholsa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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 automatykacji generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>• 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, indukcja 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 wektorowe prądu i napięcia. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wartości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnie zmiennego. 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. • 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. • Bezzłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmocniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<p>• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obliczenia zmęczeniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne: połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształtowania • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zykowności, sprawności i samoohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia srub • Połączenia sprężyste - klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn srubowych. 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 łożysk, 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.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<p>• Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach srubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie ciegnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn</p>	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatach • Błędy obróbki partii przedmiotów</p>	
Poszanowanie energii	K_W02, K_W05, K_U01, K_U04, K_U07, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01
<p>• 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 • 7. Elementy fizyki budowli. Mikroklimat</p>	

<p>• 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. Określenie zapotrzebowania energii dla cwu. Opłaty za ogrzewanie i cwu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Określenie 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</p>	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i poż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<p>• Stan naprężenia: definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulista 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 wadów w postaci kęślik 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, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciecie i wykrawanie, gięcie, wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia łociemien, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciskanie, rozciąganie, 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 naczyń cylindrycznych. Szczępanie 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</p>	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 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 wtrysku gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchaniem, wtrysk reaktywny, wtrysk ze spienianiem, 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. Zaliczenie • 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 -1 • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych- 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wytłaczaniu. Zaliczenie</p>	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<p>• Element typu kostka • Element typu wspornik • Element typu foremka • Element typu śruba • Element typu łącznik • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D) • Elementy typu kostka • Element typu płytki • Elementy szkieletowe • Elementy typu foremka • Elementy typu wspornik • Elementy typu tuleja • Element typu wzdłużnia • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor) • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 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</p>	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<p>• 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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady cyfrowania wiadomości. Kryteria systemu numeracji i asyngulacji. Instrukcja klucza publicznego. • Instrukcja klucza publicznego. • Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera • Zasady opracowywania 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: budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebraiczne. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją</p>	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<p>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe; system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne: równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obieg, działania termiczne – ciepło, Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamość termodynamiczna. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne równanie stanu mieszaniny. 7. 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. Wykres h-s; tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorów, polipotra. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatura spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierne, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, atemicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouya – Stodola. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Siłowni parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejalna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Prawo Newtona. Zjawiska termiczne: płaszcza ścianka, cylindryczna, kulista. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promienieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system otwarty. 6. Obiegi termodynamiczne prawobieżne i lewobieżne, odwracalne i nieodwracalne. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach pary wodnej. Korzystanie z tablic i wykresów cieplnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a prawobieżny i lewobieżny. 9. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza</p>	
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
<p>• 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 ciepła, klasyfikacja elektrowni. Blok energetyczny. Obieg porównawczy Clausiusa-Rankine'a modelujący siłownię kondensacyjną oraz maszyny i urządzenia występujące w prostej siłowni kondensacyjnej. Sprawność chwilowa obiegu. Entalpia i entropowa analiza obiegu siłowni parowej. Charakterystyczne parametry siłowni. Moduły technologiczne parowej siłowni kondensacyjnej. Woda w energetyce. Klasyfikacja wód surowych, zanieczyszczenia. Wskaźniki jakości wody. Skroczona i pełna analiza wody Kofy; 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 węgłowe 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 szybkoobrotowości. Właściwości i podział silników spalinalnych. Budowa i zasada działania tłokowych silników spalinalnych. Silnik Stirlinga jako przykład silnika spalinalnego zewnętrznego. • Elementy układów cieplnych. Wymieniki 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 zębiczne: typy, przykładowe rozwiązania konstrukcyjne, zasada działania, przykłady zastosowań, wady i zalety. Absorpcyjne urządzenia chłodnicze: zasada działania, stosowane czynniki chłodnicze. Pompy grzejalne: sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne. Czynniki robocze parowych pomp grzejalnych. Zastosowanie pomp grzejalnych. Rury cieplne i ich zastosowanie. Wytwarzanie rozproszonej energii elektrycznej i ciepła. Technologie wytwarzania skojarzonej 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 płynowego 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 parowej – 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.</p>	

Wymiana ciepła	K_W02, K_W05, K_W08, K_U01, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 1. Różne rodzaje wymiany ciepła. Przewodzenie - prawo Fouriera, konwekcja - prawo Newtona, promieniowanie ciepłe - prawo Stefana - Boltzmana; 2. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez zwykłą i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę drażoną. Oporność cieplna przewodzenia; 3. Przenikanie ciepła przez ścianki. Współczynnik przenikania ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną. Ciepła 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 zebra. Sprawność zebra; 5. Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, ciało półnieskończone z różnymi warunkami brzegowymi (stałe) 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; całkowite równanie pędu, rozkład prędkości płynu, grubość laminarnej warstwy granicznej; 8. Równanie energii dla laminarnej warstwy granicznej przy płaskiej płycie; całkowite równanie energii; 9. Grubość termicznej warstwy granicznej, miejscowy i średni współczynnik przenikania ciepła (liczba Nusselta). Zależność między tarciem w płynie a wymiana ciepła; współczynnik tarcia, liczba Stanton, analogia Reynolds'a; 10. Konwekcja swobodna na przykładzie laminarnej warstwy granicznej przy pionowej płycie; siły masowe, równanie ruchu, równanie energii, liczba Grashofa, rozwiązanie na miejscową liczbę Nusselta; 11. Promieniowanie ciepłe; właściwości ciał, emisyjność, tożsamość Kirchhoffa, prawo Plancka, reguła przesunięć Wiena ciała szare; 12. Współczynniki kształtu promieniowania, prawo wzajemności, równanie energii, i jej związek z natężeniem promieniowania ciał doskonale czarnych; 13. Promieniowanie między ciałami nieczarnymi; jasność i opromienienie, sieci promieniowania; 14. Ekrany. Promieniowanie poprzez medium absorbujące - przepuszczające. • 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 zebra; 4. Konwekcja wymuszona bez zmiany fazy; 5. Konwekcja swobodna bez zmiany fazy; 6. Kolokwium zaliczeniowe • 1. Informacje wstępne. Omówienie ćwiczeń realizowanych w ramach przedmiotu; 2. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym i rurowym; 3. Wyznaczenie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego; 4. Wyznaczenie współczynnika przenikania ciepła w warunkach konwekcji swobodnej; 5. Doświadczalne sprawdzanie praw promieniowania; 6. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<p>• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne 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 wymiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • 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 wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych</p>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<p>• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analityczno-wykresowa • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastoplastyczne.</p>	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<p>• 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. Czyszcza 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 SZS zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZS. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZS. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZS. 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 SZS. Opracowanie zarządzania o wdrożeniu SZS 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 SZS. • Prezentacja i zaliczenie</p>	

3.11. Inżynieria odlewnictwa, niestacjonarne

3.11.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	76 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	88 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 dziedziny innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	53 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=331&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.11.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/Lektorat	Laboratorium	Projekt/Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	

Sumy za semestr: 3				95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N		
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T		
4	MG	Odewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N		
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N		
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T		
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N		
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T		
Sumy za semestr: 4				108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	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	5	N		
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T		
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N		
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T		
Sumy za semestr: 5				81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T		
6	MG	Krystalizacja stopów	15	0	15	0	30	4	N		
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N		
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N		
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N		
6	MG	Stopy odlewnicze	15	0	10	0	25	3	N		
6	MG	Technologia form	15	0	10	10	35	3	T		
6	MG	Technologia topienia	15	0	15	0	30	4	T		
Sumy za semestr: 6				98	29	72	10	209	28	3	0
7	MG	Badania odlewów	15	0	30	0	45	4	N		
7	MG	Maszyny i urządzenia odlewnicze	15	15	0	0	30	4	N		
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N		
7	MG	Metody odlewania	15	0	5	0	20	3	T		
7	MK	Metody szybkiego prototypowania w odlewnictwie	15	0	15	15	45	5	T		
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N		
7	MG	Tworzywa na formy odlewnicze	15	0	20	0	35	4	N		
Sumy za semestr: 7				89	15	77	15	196	25	2	0
8	ZH	PH1: Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N		
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N		
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N		
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N		
Sumy za semestr: 8				40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:				749	293	357	176	1575	210	17	9

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

3.11.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	14
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	5
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	38 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	476 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	36
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	37 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	7.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	169 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	21
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	169 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	144 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	25
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	287 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=331&C=2019>

3.11.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=331&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • 	

Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytuczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyfikacja koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety	
Badania odlewów	K_W07
• 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	
BHP i ergonomia	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: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezadowolenia pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychosocjalny w pracy. • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodely w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, - projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku. - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• 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.	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne	
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; zjawiska 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 • Elektron 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
• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostej i określenie wielkości prostej). Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzutowej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościanny. Rzuty wielościannów. Przekroje wielościannów. Przenikanie wielościannów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościannami. • Dokumentacja techniczna wyrobów (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określenie ćwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian – część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. • Sprawdzian – część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch wałców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczenie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpuskowe i wielowypustkowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/lamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wzrost tolerancji wykonania. Praca kontrolna – wykonanie rysunku wykonawczego. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożonego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie danego rysunku w programie AutoCAD.	
Kryształizacja stopów	K_W07
• Wiadomości wstępne: siła pędna, równowagowa temperatura kryształizacji i równowagowy współczynnik rozdziłu składnika. • Zarodkowanie kryształów: homogeniczne, heterogeniczne i dynamiczne. Wzrost kryształów. Front kryształizacji i jego trwałość. • Kryształizacja objętościowa i kierunkowa. Wpływ gradientu temperatury na segregację składnika, topienie strefowe. • Warunki i sekwencja przejścia od płaskiego do dendrytycznego frontu kryształizacji. • Modyfikacja stopów. Kryształizacja eutektyk i ich klasyfikacja. Szybka kryształizacja. Kształtowanie pierwotnej struktury odlewu. • Badanie wpływu grubości ścianki na szybkość krzepnięcia odlewu. Wpływ stanu fizykochemicznego ciekłego metalu na kryształizację stopów Fe-C. • Badanie wpływu rodzaju materiału i temperatury formy na kryształizację żelwa. Kształtowanie struktury żelwa drogą modyfikacji. • Wpływ modyfikacji na kryształizację stopów Al-Si. • Określenie wpływu parametrów zalewania na kryształizację stopów Fe-C z wykorzystaniem analizy termicznej i różniczkowej. • Kształtowanie mikrostruktury odlewów przez nadpianie i szybką kryształizację.	
Maszyny i urządzenia odlewnicze	K_W10
• Wiadomości wstępne. Urządzenia do przygotowania mas formierskich i rdzeniowych. • Urządzenia do regeneracji mas formierskich i rdzeniowych. Maszyny formierskie. • Automaty formierskie i zautomatyzowane linie odlewnicze. Piec 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. • Obliczanie namiaru materiałów wsadowych do żeliwiaka. • Obliczanie namiaru materiału wsadowych do pieca gazowego • Dobór i obliczanie przenośników stosowanych w odlewni • Dobór i obliczanie dźwignic stosowanych w odlewni	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn. Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny. Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe, Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowych, Szlifierki do wałków bezkłowych, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębien: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębien, Metody obróbki uzębien kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwodniowe, Metody szlifowania uzębien kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka obwodniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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 uwzględniania 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 i przekazywanie danych między procedurami.	
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 Kronekera-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 konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rozdział faz Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja 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
<ul style="list-style-type: none"> 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 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 płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: lepkość, ciśnienie, temperatura. Ścisłość gazu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. 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 Prandtl'a, zważka Venturiego, kryza ISA, rotametr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. Całkowita postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera Maszyny wirnikowe. Charakterystyki. Moc maszyn hydraulicznych. Turbina Peltona. Pompa odsrodkowa. Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływające ciało: zmiana biegunu momentu. Kontrola jakości. Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. Kołokwium nr 1. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulec. Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. Analogia do układu płaskiego. Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. Kołokwium 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 techniczna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> 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 statyczne rozwiązywalne i przesytywnione. Wektor momentu siły względem biegunu i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana biegunu momentu. Para sił. Twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, 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 liniowego 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 utworzenie o rzutce wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. Kołokwium nr 1. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulec. Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. Analogia do układu płaskiego. Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. Kołokwium 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 techniczna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> 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, charakterystyki 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 biegunu i osi. Geometria mas, masowe momenty bezwładności i osi, główne centralne osie bezwładności. Kołokwium nr 1. Dynamika ruchu obrotowego, dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się kółka, 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. 	
Metody odlewania	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych Odlewanie ciśnieniowe Odlewanie kokilowe Odlewanie niskociśnieniowe Odlewanie ciągle Odlewanie precyzyjne Odlewanie ciśnieniowe. Grawitacyjne odlewanie kokilowe. Odlewanie precyzyjne. Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form. Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu. 	
Metody szybkiego prototypowania w odlewnictwie	K_W09
<ul style="list-style-type: none"> Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przystosowanych systemów wytwórczych Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przystosowanego wytwarzania prototypów Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie przebieg 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 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. Analiza powtarzalności i odwrotności systemów pomiarowych. Chropowatość: falistość 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 koła zębatego. Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. Pomiary chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> 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; podziałowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa; dławiki. Napędy hydrauliczne; 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 maszyn; 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. Układ CNC o strukturze klasycznej, rozproszonej i otwartej. Układy sterowania adaptacyjnego AC. Charakterystyki mechaniczne serwonapędów osi sterowanej ruchu prostoliniowego. Badanie charakterystyk statycznych i dynamicznych napędów z silnikami skokowymi. Symulacja i budowa układów hydrostatycznych. Badanie charakterystyk mechanicznych układów hydrostatycznych. Programowanie napędów posuwu obrabiarek sterowanych numerycznie. 	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębien. Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów - kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkół. Ścierna obróbka powierzchniowa. Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. Szlifowanie kłosek wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. Obróbka elektroerozyjna i laserowa: zastosowanie i parametry procesów. Obróbka uzębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwieńdnie, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębien. Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. Procedury zgłoszenia 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 i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • 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. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</p>	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwyłaki: klasyfikacja chwyłaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPR, OPR, COO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz specjalne: gąsienicowe i płazowe podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne (PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aprosymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmisji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. • Próba identyfikacji badanego czwórnik (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Codos lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego i rzeźu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitz'a) krytyczny współczynnik wzmocnienia k_r dla zadanej wartości układu automatycznej regulacji, sprawdzić poprawność rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: k < k_r, k = k_r, k > k_r. Dla k < k_r wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla k = k_r. Określić okres oscylacji T_{osc}. Stosując metodykę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>• 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, indukcja 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 wskazujące prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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. • Maszyny elektryczne - podstawowe pojęcia, zasady 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. • Bezłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Transystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - 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.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<p>• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmechnienia materiałów, obliczenia zmechniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne - połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zyskowości, sprawności i samohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia śrub • Połączenia sprężyste - klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyste, stana narazenia i odkształcenia, zasady przyręchnych śrubowych, 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 łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcia 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.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<p>• Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie zębne prostych: geometria napędów, zasady obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie wałowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cęgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn</p>	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów</p>	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i poż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<p>• 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 monokrystalów oraz ciał polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hucznicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsów lub wlewków, półwyroby i wyroby hucznicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hucznicze wytwarzane na zimno. Pozahucznicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciągnięcie i wykrawanie, gięcie, wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginalanie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciskanie, rozłączanie, 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 naczyń cylindrycznych. Spęszczanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części cylindrycznej. 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</p>	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 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. Zaliczenie • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurcu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych - 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wytłaczaniu. Zaliczenie</p>	
Stopy odlewnicze	K_W07
<p>• Odlewnicze stopy żelaza. Odlewnicze stopy aluminium. Odlewnicze stopy magnezu. • Odlewnicze stopy miedzi. Odlewnicze stopy tytanu. • Odlewnicze stopy niklu. Odlewnicze stopy żaroodporne – stopy kobaltu i niklu. • Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne stopów odlewniczych. • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczne stopów odlewniczych. • Badania mikrostrukturalne żelaza. • Badania mikrostrukturalne staliwa. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów niklu. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów kobaltu. • Mikrostruktura odlewów ze stopów aluminium.</p>	
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 (zwiększenie szkowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowanie 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	
Technologia form	K_W07
• 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. • Formowanie z obieraniem. • 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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady sztyrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne – klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywania 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: budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące – sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne – optymalizacja liniowa z ograniczeniami – zagadnienie transportowe (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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
Technologia topienia	K_W07
• Wiadomości ogólne o topieniu metalu. Urządzenia do topienia. • Przygotowanie ciekłego metalu. Rafinacja i modyfikacja. • Technologia topienia żeliwa. Technologia topienia stali. • 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 zabeleń.	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obieg, działania termiczne – ciepło, Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność, Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy, udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. 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. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe; odczucie bierno, egzergija źródła substancji. Ocena; dławienia, termicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouya – Stodola. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie słowny gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Siłownie parowe; obieg Clausiusa-Rankina'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowe. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system otwarty. 6. Obiegi termodynamiczne prawobieżne i lewobieżne, odwracalne i nieodwracalne. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach pary wodnej. Korzystanie z tabeli i wykresów cieplnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankina'a prawobieżny i lewobieżny. 9. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczenie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza	
Tworzywa na formy odlewnicze	K_W07
• Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych. Główne materiały do sporządzania mas. • Masy klasyczne. Masy specjalne. Sympie 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. Oznaczanie wilgotności. • Oznaczanie składu ziarnowego. • Badanie właściwości wytrzymałościowych. • Oznaczanie osypliwości. • Badanie przepuszczalności masy formierskiej • Oznaczanie zawartości lepiszcza w piaskach formierskich. • Oznaczanie wilgotności masy formierskiej	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne 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 Hooke'a • 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 wytrzymałościowe, 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_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analityczno-wykreslna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne.	
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 SZS zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZS. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZS. Odpowiedzialność i uprawnia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze. Wybrane aspekty funkcjonowania SZS. 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 SZS. Opracowanie zarządzania o wdrożeniu SZS 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 wykładu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZS. • Prezentacja i zaliczenie	

3.12. Inżynieria spawalnictwa, niestacjonarne

3.12.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	76 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	86 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.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	49 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

1. związków efektów uczenia się 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/której kierunku jest przyporządkowany;

3. rozwinięcie 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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=M&TK=html&S=330&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.12.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	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	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MG	Metalurgia procesów spawalniczych	15	0	15	0	30	5	T	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MK	Projektowanie konstrukcji spawanych	15	0	0	20	35	4	N	
6	MG	Technologie spawalnicze	15	0	20	0	35	4	T	
Sumy za semestr: 6			83	29	57	20	189	27	3	0
7	MG	Badania nieniszczące złączy spawanych	15	0	30	0	45	4	T	
7	MG	Badania niszczące złączy spawanych	15	0	10	0	25	3	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MG	Napężenia i odkształcenia spawalnicze	15	0	15	0	30	4	T	
7	MG	Obróbka cieplna złączy spawanych	10	0	10	0	20	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	MG	Programowanie robotów spawalniczych	10	0	20	0	30	2	N	
7	MG	Urządzenia i osprzęt spawalniczy	15	0	15	0	30	4	N	
7	MG	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	15	0	0	0	15	2	N	
Sumy za semestr: 7			109	0	107	0	216	26	2	0
8	ZH	PH1: Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N	
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			754	278	372	171	1575	210	17	9

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

3.12.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	6
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	40 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	10 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	476 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	30 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6,25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	20
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	169 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	171 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	25
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	285 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=330&C=2019>

3.12.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=330&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<p>• Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji uтиlitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyfikacja koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety</p>	
Badania nieniszczące złączy spawanych	K_W07, K_W08
<p>• Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej.</p>	
Badania niszczące złączy spawanych	K_W07, K_W08
<p>• Badania metalograficzne złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz warstw nakładanych metodami spawalniczymi. • Badania własności mechanicznych złączy. • Badania odporności złączy spawanych i zgrzewanych na pęknięcie. Badania odporności na korozję złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. • Badania odporności na ścieranie i odporności na korozję warstw napawanych i natyskanych ciepłoci. • Analiza norm krajowych i międzynarodowych dotyczących badań niszczących złączy. • Wytyczna jakościowa dotyczące typowych konstrukcji spawanych; budynków, zbiorników, mostów, sumnic, dźwigów, rurociągów oraz rurowych konstrukcji lądowych i morskich. • Analiza dopuszczalności niezgodności spawalniczych na przykładzie norm i przepisów krajowych i zagranicznych. • Badania metalograficzne makroskopowe połączeń spajanych. • Badania metalograficzne mikroskopowe połączeń spajanych. • Badania wytrzymałości i plastyczności złączy spawanych.</p>	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<p>• Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa, • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych, • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezadowolenia pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy, • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodely w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego, • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, - projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego, • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożenia (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.</p>	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<p>• 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.</p>	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<p>• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne</p>	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 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</p>	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<p>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzn, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt i prosta, płaszczyzny prostej i określenie widoczności prostej). Obróty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobów (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określenie ćwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne od kładów. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch wałków. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).</p>	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<p>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Kola zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/lamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: kolo</p>	

zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn. Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny. Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek, Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki, Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe, Strugarki i dłutownice. Szlifiarki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifiarki do wałków kłowe, Szlifiarki do wałków bezkłowe, Szlifiarki do otworów, Szlifiarki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyka cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifiarki Nilesa, Szlifiarki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka programowalna uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja, Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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 funkcji i równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całek algebraicznych i całek 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 i przekazywanie danych między procedurami.	
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 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 • Odszczerpcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Stalowo. Żelazo • 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 żelwa	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, 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 żelwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienia, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. 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 krzyż; sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zwichka Venturii'ego, krzyż ISA, rotametr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. • Równoważenie 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. Wyznaczenie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. 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 rozwiązywania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulenty. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równanie Naviera i Stokesa (RANS); przepływ turbulenty przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równania Bernoulliego dla przepływu rzeczywistych, zastosowania. Wskazometry. Wskaźniki przepływu. 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 odierwania. 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 Cauchyego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/ustęp. Dipol. Zasada superpozycji i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoxy D'Alemberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśle. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval'a. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopada i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.	
Mechanika techniczna 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 rozwiązywalne i przsztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec kłokowy 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 liniowego ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowego 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, wyznaczenie 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 techniczna 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 punkt, charakterystyki 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 kółka, 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.	
Metalurgia procesów spawalniczych	K_W07
• Spawalnictwo źródła ciepła. Zjawiska cieplne i metalurgiczne w procesach spawalniczych. • Podstawy metalurgii procesów spawalniczych. Procesy metalurgiczne zachodzące w czasie spawania gazowego i elektrodami otulonymi, GTAW, GMAW, łukiem krytym, elektrodużlowego, plazmowego, elektronowego, laserowego, zgrzewania i lutowania. • Gazy osłonowe i formujące. • Własności eksploatacyjne podstawowych stali i metali nieżelaznych stosowanych na konstrukcje wytwarzane metodami spawalniczymi. • Budowa SWC. Procesy cieplne spawania. Krystalizacja spoin. • Przemiany fazowe i strukturalne w procesach spawania stali i metali nieżelaznych. • Pęknięcie połączeń spawanych. Przyczyny i rodzaje pęknięć, mechanizm ich przebiegu, zapobieganie ich powstawaniu. • Badania bilansu cieplnego w procesie spawania. • Analiza kształtu wykresu CTPc-S. Kształtowanie właściwości SWC (strefy wpływu ciepła). • Doświadczalne metody określania spawalności. • Prognozowanie złączy spawanych. • Analityczne określanie struktury spoin z wykorzystaniem oprogramowania MATSPAW. • Rodzaje topników spawalniczych i ich wpływ na właściwości spoin.	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i oddzielności systemów pomiarowych. • Chropowatość i fałdistość powierzchni. • Pomiar wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie.	
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 toczone; 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.	
Naprzężenia i odkształcenia spawalnicze	K_W07
• Ogólna klasyfikacja naprężeń i odkształceń w połączeniach spawanych. Odkształcenia w cyklu cieplnym spawania. • Zmiany zachodzące w metalu podczas wykonywania spoin w warunkach cyklu 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, lukowo elektrodami otulonymi w atmosferze gazów.	
Obróbka cieplna złączy spawanych	K_W07
• Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyzarzania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. • Mechanizm relaksacji naprężeń. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. • Wpływ wyzarzania odprężającego na właściwości stali. • Wyzarzenie normalizujące i wyzarzające w zakresie dwufazowym. • Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w podwyższonej temperaturze. • Wyzarzenie normalizujące i wyzarzanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. • Wyzarzenie odprężające złączy spawanych. • Wpływ wyzarzania na zmiany twardości złączy spawanych.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały narzędziowe ściernie. Szlifowanie lukowe, płaszczyste i kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezłukowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyny, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania.	
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 i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewu. Rysunek techniczny w technologii odlewniczej. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe. Spawanie łukowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Spawanie metodą spawania • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.	
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, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekty regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy i dynamicznych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyka obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyka robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujniki termoelektryczne, czujniki oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne i dynamiczne, przyspieszacz, krokový, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analizacja regulatoru ciągłego, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. • Próba identyfikacji badanego czwórnik (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznej i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obci pola. Podstawy wykonawczych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program CodaS lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmacnienia kkr dla danego układu automatycznej regulacji. Sprawdź poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmacnienia: $k < kkr$, $k = kkr$, $k > kkr$. Dla $k < kkr$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = kkr$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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 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 i samoindukcyjna - 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. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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. • 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 - budowa, zasada działania. • Bezładzowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Transystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektryczne • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramki logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obliczenia zmęczeniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne- połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształtania • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zyskowności, sprawności i samohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia śrub • Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stana naprężenia i odkształcenia w sprężynach śrubowych, zasady projektowania sprężyn śrubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje ,zastosowanie, zasady doboru. • Osie i waly: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczone: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk nakładowe, pojęcie nośności sprężynkowej i ruchów łożyska, dobór łożysk toczonech; katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk toczonech. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04

<p>• 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 międzyzębne, obciążenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obciążenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cęgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn</p>	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów</p>	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i poaż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W06, K_K03, K_K04
<p>• Charakterystyka połączeń spawanych: geometria spoin, ograniczenia geometryczne i konstrukcyjne, zasady konstruowania połączeń 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 • Obciążenia spoin przy obciążeniach zmiennych: metody obliczeń, obciążenia wg zaleceń Unii Europejskiej</p>	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<p>• Stan naprężenia; definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulista 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 polikryształowych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Wyznaczenie właściwości sprężysto-plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci plastometru lub wlewu skurczu wyprasek i wtryskowych wpływ parametrów do górnego, dolnego i wyrobów hutnicze wytwarzane zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciecie i wykrwanie, gięcie, wylaccanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciążanie, rozciąganie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczenie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie wykrwania krążków z blach. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczenie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wylaccania naczyń cylindrycznego. Spęcznie 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</p>	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 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,obciążenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wylaccania i prasowania. Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemicznego – fizycznego polimerów. Zaliczenie • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych • Wyznaczenie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek i wtryskowych wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych- 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wylaccaniu. Zaliczenie</p>	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<p>• 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 (czwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowanie 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</p>	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<p>• 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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywania 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: budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatycznie i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obciążenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebraiczne liniowe. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją</p>	
Technologie spawalnicze	K_W07
<p>• 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 lukiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie elektrodozwołnowe, 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. • Zaliczenie</p>	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<p>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasiostatyczne, praca, obieg, działania termiczne – ciepło, Zasada Zachowania Energii, i Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. 11. Zasada Termodynamiki, odwrotny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanie gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. 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. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania, niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoekononiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierno, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienie, atemicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouya – Stodola. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Silowni parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system otwarty. 6. Obiegi termodynamiczne prawobieżne i lewobieżne, odwracalne i nieodwracalne. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach pary wodnej. Korzystanie z tablic i wykresów ciepłotychnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a prawobieżny i lewobieżny. 9. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza</p>	
Urządzenia i osprzęt spawalniczy	K_W10, K_U01, K_U06, K_U11, K_K03
<p>• Źródła prądu do spawania łukowego ręcznego elektrodą otuloną, GTA oraz do spawania zmechanizowanego. • Napędy hydrauliczne, pneumatyczne i elektryczne. Urządzenia do spawania półautomatycznego i automatycznego GMA, GTA, lukiem krytym, elektrodozwołnowo, plazmowego, elektronowego i laserowego. • Urządzenia do zgrzewania elektrycznego oporowego. Urządzenia do natryskiwania cieplnego i do napawania lukowa. Urządzenia do lutowania twardego i miękkiego. Urządzenia do cięcia i spalin. • Mechanizacja stanowisk spawalniczych. Układy sterowania spawalniczych stanowisk zmechanizowanych i automatyzowanych. Budowa spawalniczych robotów przemysłowych i elementy składowe zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. • Metody programowania robotów spawalniczych oraz zakres zastosowania. Przyrządy, stoły, obrótniki i uchwyty spawalnicze. Odciaży dymów spawalniczych. • Pomiar parametrów elektrycznych i mechanicznych urządzeń spawalniczych. • Zapoznanie z budową i obsługą podstawowych urządzeń do spawania i zgrzewania.</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<p>• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przeniesienia, 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 wymiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • 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.</p>	

Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wyłączenia 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_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Ciebsha • Linie ugięcia belek - metoda analityczno-wykresła • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba uderności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne.	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W20
• 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. • Zużycie elektrod przy ręcznym spawaniu lukowym. Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO2 Zużycie drutu elektrodowego i topnika przy spawaniu lukiem krytym. Zużycie gazów przy cięciu tlenem. Zużycie energii elektrycznej prądu stałego i przemiennego. Czas spawania, zgrzewania, lutowania, napawania oraz czasy cięcia. • Obliczenie 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 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 SZS zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZS. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZS. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze. Wybrane aspekty funkcjonowania SZS. 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 SZS. Opracowanie zarządzania o wdrożeniu SZS 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 SZS. • Prezentacja i zaliczenie	

3.13. Komputerowo wspomaganie wytwarzanie, niestacjonarne

3.13.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	71 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.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	53 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://rrk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=M&TK=html&S=332&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.13.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/Lektorat	Laboratorium	Projekt/Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2

5	DJ	Język obcy 3	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	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MF	Modelowanie procesów produkcyjnych	12	0	12	0	24	3	T	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MO	Podstawy MES	9	0	15	0	24	3	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Przygotowanie i organizacja produkcji	18	0	10	10	38	4	T	
6	MT	Systemy CAM	12	0	0	30	42	4	N	
Sumy za semestr: 6			89	29	59	40	217	28	3	0
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MO	Obrabiarki sterowane NC	14	0	18	0	32	4	T	
7	MT	Oprzrzędowanie technologiczne	6	0	0	8	14	2	N	
7	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	8	0	0	7	15	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	MT	Produkcja odchudzona	10	0	0	12	22	3	T	
7	MO	Systemy narzędziowe	10	0	10	0	20	3	N	
7	MP	Wykład monograficzny	12	0	0	0	12	1	N	
7	MO	Zastosowanie MES w technologii maszyn	0	0	32	0	32	3	N	
7	MT	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	10	0	0	12	22	2	T	
Sumy za semestr: 7			84	0	67	39	190	25	3	0
8	ZH	PH1.Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N	
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			735	278	334	230	1577	210	18	9

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

3.13.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	14
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	36 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	477 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	38
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	4.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	26
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	126 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	245 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	225 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=332&C=2019>

3.13.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=332&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1:Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędów naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyfikacja koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety	
BHP i ergonomia	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: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa, • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach	

społeczno-technicznych. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychosocjalny w pracy. • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodel w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, - projektowanie struktury stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• 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.	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalnej 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
• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzn prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i klady. Obrót dookoła prostej rzutu/ugięcia. Kład i podniesienie z kladu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościąny. Rzuty wielościąnów. Przekroje wielościąnów. Przenikanie wielościąnów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościąnami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcienu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści rysunków lądowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, określenie światłek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne od. Klady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, klady). Rzuty prostokątne na ściany sześcienu (na podstawie rysunku aksometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch wałców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/lamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji plaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn, Układ funkcjonalny maszyny, Układ obrotowy maszyny, Układ kształtowania maszyny, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szliferek, Szlifierki do wałków kłowych, Szlifierki do wałków bezkłowych, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół wałkowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody kształtowania uzębień kół wałkowych, Szlifierki Nilsa, Szlifierki Maaga, Charakterystyki i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Tokarka podciągawa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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 i przekazywanie danych między procedurami.	
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 zmierzności 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 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 • Odszczelnienie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Stalowo. Żelwo • 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 żelwa	
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 żelwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienia, temperatura, ściśniętość gazu. Wiskozymetria. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. Zasady zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe i objętościowe. Dynamika płynów doskonałego: zasada zachowania pędu; równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumieniowca. Ciśnienieowe przrady pomiarowe: prędkości krzyż; sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zweźka Venturii'ego, krzyża ISA, rotametru. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyn wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyn hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczenie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśniętego. 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 rozwiązywania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zasady teorii smarowania. • Ruch turbulenty. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych, zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą, Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko odierwania. 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. Potencjal prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchyego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/łupst. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczania i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoxs	

D'Alemberta, 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 Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.	
Mechanika techniczna 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. • Kinematyka statyki. • Zbięzmy układu sił i równowaga. Metody graficzne. Układy statyczne rozwiązywalne. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, 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 mechanizmu 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. Hamulec. • 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 techniczna 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, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ciał z punktu widzenia sił, środki inercji, 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 kółka, 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 grawitacyjny, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady.	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i oddziaływalności systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie.	
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 toczone; 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 wyprowy i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa; zawory rozdzielcze; 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. Układ CNC o strukturze klasycznej, rozproszonej i otwartej. • Układy sterowania adaptacyjnego AC. • Charakterystyki mechaniczne serwonapędu osi sterowanej ruchem prostoliniowym. • 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.	
Obrabiarki sterowane CNC	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, rozwiązywanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpus 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 obrabiarek hybrydowe, omówienie płyt na egzaktnej obrabiarkach - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. • Wzrost znaczenia 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 obrabianego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych).	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja warunków skrawania i kinematyka skrawania. • Klasyfikacja skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezębien. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ścierna. Szlifowanie wałków, płaszczyn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ściera obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, zmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezębien. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania.	
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 zgłoszenia uzyskania patentu lub prawa autorskich. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • 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 MIG/MAG. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.	
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 obrabiarek ze zwróceniem uwagi na szczególne zagadnienia. • Zastosowanie i specjalne oraz opis konstrukcji stołów i wrzecion. Rozwiązania konstrukcyjne stołów i końcówek wrzecion obrabiarek. Elementy uchwytych obróbkowych, zasady ustalania, ustalanie płaszczynami. Ustalanie powierzchniami walcowymi zewnętrznymi i wewnętrznymi, powierzchniami kształtowymi. Elementy mocujące uchwyty, zamocowania gwintowe, klinowe, mimosródkowe i krzywkowe. Elementy ustalające i prowadzące narzędzia, elementy i mechanizmy podziałowe. • Omówienie cech uchwytych specjalnych, prezentacja uchwytych. Omówienie ogólnych zasad projektowania uchwytych obróbkowych, przedstawienie przykładu praktycznego. Wydanie tematów projektów. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyki, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodanie i ujemne. Klasyfikacja układów automatyki regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i sterowaniem. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekty regulacji • Stabilność liniowych układów automatyki regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniu zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy PFP, ODP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. Modelowanie manipulacji i robotów. Zabiegi ze zwróceniem uwagi na szczególne zagadnienia. • Wyznaczenie i sterowanie. • Wyznaczenie i sterowanie roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe: czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne,	

silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automacie Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynnika Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Charakterystyki skokowe członów automatyki z trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektryczny. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. Próba identyfikacji badanego czwórnik (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonanie pomiaru obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Codos lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywności sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego i rzędu i członu całującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego. Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji, określ analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla danego układu automatycznej regulacji, sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
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. Wytworzenie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazówek prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metodologii elektrycznej. Zasady pomiarów, 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. • Bezłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektryczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmechnienia materiałów, obliczenia zmechnieniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne- połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj tnieś kształtów • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwintach, geometria gwintów; warunki zryskowości, sprawności i samoohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia srub • Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn srubowych. 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 łożysk, 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.	
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 sprzęgłej • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach srubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, 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	
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 ściśkanego-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, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Nadadki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i nadadtków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
Produkcja odchudzona	K_W05, K_W12, K_U09, K_U19, K_K04
• Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją • Lean Manufacturing – szczeple (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	
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 kulista 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 monokrystalów oraz ciał polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hultnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wadów w postaci kęślik lub wlewków, półwyroby i wyroby hultnicze wytwarzane na zimno, Pozahultnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciecie i wykrawanie, giccie, wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciskanie, złazanie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczenie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie giccia blach. Wyznaczenie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wytłaczania naczyń cylindrycznych. Spęcznienie 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 pV/T, 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. Zaliczenie • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych • Wyznaczenie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych- 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wytłaczaniu. Zaliczenie	
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. Otcoczenie systemu produkcyjnego. Produktynność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktynności. Metody oceny produktynności. • Wektor wejścia i wyjścia systemu produkcyjnego. Charakterystyka czynników produkcji (przedmioty pracy, środki pracy, zasobów ludzkich, energii) oraz produktów (wyrobów, usług, odpadów, wyrobów niezgodnych-braków). • Procesy transformacji zachodzące w systemach produkcyjnych. Proces przygotowania projektu (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 robocze i moduły produkcyjne. 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 zdolnością 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 dwumianowej bilansowanie zapotrzebowania na zdolności produkcyjne (wyznaczenie liczby stanowisk roboczych, liczby pracowników). Opracowanie harmonogramu pracy komórki produkcyjnej. Dobór wyposażenia technologicznego i obliczanie powierzchni komórki produkcyjnej. Dobór nali typowej. Rozmieszczanie stanowisk roboczych metodą MMT. Dobór wyposażenia stanowisk roboczych. Opracowanie rysunku zaprojektowanego systemu produkcyjnego. Bilansowanie zapotrzebowania na materiały podstawowe i energię. Obliczenia liczby środków transportu wewnętrznego. • Zajęcia wprowadzające. Instrukcja BHP. Analiza struktury procesu wytwarzania z wykorzystaniem wybranych narzędzi badania pracy (karta procesu, karta przebiegu, wykres przebiegu, tablica krzyżowa przemieszceń). • Organizacja stanowisk roboczych. • Ocena ergonomności stanowisk pracy. • Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu, migawkową oraz ruchów elementarnych. • Zasady organizacji produkcji: liniowości, koncentracji w czasie i przestrzeni.	
Systemy CAM	K_W05, K_W14, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
• Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomaganie 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. Czynniki składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania reznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasada programowania automatycznego maszyn CNC. Struktura i programowanie automatycznego. Etap procesora (sterowanie ilością i energią). Programowanie CAD/CAM. Struktura i klasyfikacja zintegrowanych systemów CAD/CAM. Przegląd systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych. Postprocesory w systemach CAM. • Podstawy systemu komputerowego wspomaganie wytwarzania. Obsługa systemu. Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie toczenia 2-osowego. 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. Generowanie 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-osowego. 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-osowe. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowanie i frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu i czynności przygotowawcze. Cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC.	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytki (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowanie 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 i parametryzacja. 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. Odmianny 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 obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki powierzchni i parame- i parametryzacja. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • 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. budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i wywołanie adresu komórki, funkcje operacje dotyczące dat i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza „co jeśli..?”, tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych - wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebraj linowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obieg, działania termiczne – ciepło, Zasada Zachowania Energii, i Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska nieustatyczne. II Zasada termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, peretium mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszany gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. 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. Wykres h-s, tablice. 8. Gaz wilgotny; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-x. Problemy: obliczenie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gaz rzeczywisty; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorów, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw, wartość opałowa. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczenie temperatury spalania, składów spaliny, temperatury spalania. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierno, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienie, atemicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Silownie parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowe. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system otwarty. 6. Obieg termodynamicznie prawobieżny i lewobieżny - odwracalne i nieodwracalne. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach pary wodnej. Korzystanie z tablic i wykresów cieplnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a prawobieżny i lewobieżny i lewobieżny. 9. Gaz wilgotny na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich, Twierdzenie Steiner'a • Rozciąganie i ściskanie i ściskanie i naprężenia - 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 Hooke'a • 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 wyłączenia 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_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboeczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analityczno-wykreslina • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba uduerności i twardości metali. Modelowe badania elastoplastyczne.	
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. Czysta 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 SZS zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZS. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZS. Odpowiedzialność i uprawnia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze. • Wybrana aspekty funkcjonowania SZS. 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 SZS. Opracowanie zarządzania o wdrożeniu SZS 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 SZS. • Prezentacja i zaliczenie	
Zastosowanie MES w technologii maszyn	K_W03, K_W06, K_W15, K_U07, K_U09
• Zasadę modelowania w systemie ADINA. Wykonanie uproszczonego modelu zjawiska kontaktu ściernicy ze szlifowanym wałkiem. • Modyfikacje modeli kontaktu, przeprowadzenie obliczeń i analiza ich wyników dla różnych wariantów parametrów opisujących ściernicę i szlifowany wałek. • Wykonanie uproszczonego modelu frezu walcowego i obliczenie pól przemieszczeń, odkształceń i naprężeń wywołanych siłami skrawania. • Wykonanie uproszczonego modelu frezu kulistego i obliczenie pól przemieszczeń, odkształceń i naprężeń wywołanych siłami skrawania. • Modelowanie zginania rurki z uwzględnieniem dużych przemieszczeń i sprężysto-plastycznego modelu materiału. • Modelowanie MES wybranego zagadnienia mechanicznego - zaliczenie pierwszej części zajęć laboratoryjnych • Modelowanie obciążenia połączeń nitowych blach w środowisku programu MSC Marc. • Modelowanie zjawiska kontaktu powierzchni kulistej z płaską-naprężenia kontaktowych Hertza w środowisku programu MSC Marc. • Modelowanie wirującej tarczy w środowisku programu MSC Marc. • Modelowanie obciążenia korpusu urządzenia do wytwarzania połączeń przetłoczeniowych w środowisku programu MSC Marc. • Modelowanie formowania połączenia przetłoczeniowego blach (clinchng) w środowisku programu MSC Marc. • Modelowanie MES wybranego zagadnienia mechanicznego w środowisku programu MSC Marc - zaliczenie drugiej części zajęć laboratoryjnych	
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 wspomaganie zarządzania produkcją MRP, ERP, SCM. • Prognozowanie i planowanie zagregowane produkcji. Istota prognozowania. Szeroki czasowe. Modele prognozowania. Błąd prognozy. Opcje decyzyjne i strategię 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. • Analiza porównawcza efektywności wybranych metod prognozowania produkcji (model ważonej średniej ruchomej, mode IBrowna, model Wintera). • Symulacja komputerowa planowania zagregowanego – porównanie efektów ekonomicznych strategii: poziomu zdolności produkcyjnej, poziomu mieszanej. • Budowa struktury wyrobu (BOM) – wykaz kompletny wyrobu. • Symulacja planowania potrzeb materiałowych MRP • Symulacja komputerowa planowania zapotrzebowania na zdolności produkcyjne CRP. • Szeregowanie zadań produkcyjnych na jednej maszynie metodą węgierską i dekompozycji grafu. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn – algorytm Johnsona. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego, algorytm harmonogramowania wielopoziomowego.	

3.14. Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów, niestacjonarne

3.14.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	68 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.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	53 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=335&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.14.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	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	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	

5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	ME	Budowa samochodów 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	ME	Technologia samochodów	15	0	9	0	24	3	N	
Sumy za semestr: 6			95	29	61	18	203	27	3	0
7	ME	Diagnostyka samochodów 1	18	0	15	0	33	3	T	
7	ME	Diagnostyka silników spalinowych 1	12	0	10	0	22	4	N	
7	ME	Diagnostyka układów podwozia samochodu	15	0	12	0	27	5	T	
7	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	12	0	27	2	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	ME	Materiały eksploatacyjne	12	0	9	0	21	2	N	
7	ME	Normy prawne badań technicznych i organizacja stacji kontroli pojazdów	12	0	9	0	21	3	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			113	0	89	0	202	26	2	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N	
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			770	278	358	169	1575	210	17	9

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

3.14.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	32 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	4 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	491 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2,25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	30
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	126 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	154 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	222 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=335&C=2019>

3.14.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=335&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1:Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwențializm • Problemy operacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błęd naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji ułtilytarystycznej i koherencyjnej • Konceptcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytuczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety	
BHP i ergonomia	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: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa, • Bezpieczeństwo i higiena pracy w ujęciach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych, • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychosocjalny w pracy, • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego, • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, - projektowanie struktury przeszerzenia stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego, • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.	

Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<p>• Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgła ciernych. • Mechaniczne skrzynie 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 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 zawiesz. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesz. • Budowa zawieszania – 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 skrzyni biegów dwuwalkowej. • Budowa skrzyni biegów trójwalkowej. • 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 zawieszania. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawieszania. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszania.</p>	
Diagnostyka samochodów 1	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<p>• 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 spalinych pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszania i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych.</p>	
Diagnostyka silników spalinych 1	K_W08, K_W10, K_U01, K_U08, K_U14, K_K01
<p>• Istota i cele diagnostyki technicznej silników spalinych. • Symptomy diagnostyczne stanu technicznego silników. • Parametry efektywności pracy i strat wewnętrznych silnika. Parametry determinujące szczelność przestrzeni roboczych silników. Parametry stanu cieplnego i drgań wibroakustycznych silników. Parametry stanu materiałów eksploatacyjnych stosowanych w silnikach spalinych. • Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce silników. • Diagnostowanie układów tokowo-korbowych i rozrządu. Diagnostowanie układów chłodzenia i olejenia. Diagnostowanie układów paliwowych silników o zapłonie iskrowym. Diagnostowanie układów paliwowych silników o zapłonie samoczynnym. Diagnostyka układów zasilania sterowanych numerycznie. Diagnostyka silników w aspekcie kryteriów ekologicznych i paliw zastępczych. • Tendencje rozwojowe w zakresie silników samochodowych. • Pomiar parametrów pracy układów zasilania i zapłonu silnika o ZI. • Kontrola działania układów proekologicznych silnika o ZI. • Ocena działania układów wspomagających rozruch w silniku wysokoprężnym. • Diagnostyka układu zasilania silnika o ZS. • Diagnostyka układu TPC na podstawie zmian napięcia akumulatora podczas rozruchu. • Wykorzystanie systemu diagnostyki pokładowej OBD do identyfikacji uszkodzeń silnika.</p>	
Diagnostyka układów podwozia samochodu	K_W05, K_W08, K_W10, K_U01, K_U14
<p>• Stan techniczny układów podwozia samochodu a bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Podstawowe metody stanowiskowej diagnostyki układów napędowych. Szczegółowe badania stanu technicznego podzespołów i elementów w układzie napędowym. Diagnostyka układów kierowniczych. Diagnostyka układu zawieszania kół. Badania geometrii zawieszania. Analiza porównawcza metod diagnostyki zawieszania. Diagnostyka układów jezdnych. Metody i procedury wyrównywania kół jezdnych. Diagnostyka stanowiskowa układów hamulcowych z uruchamianiem hydraulicznych. Kryteria oceny zdolności układów hamulcowych. Kompleksowa diagnostyka podwozia na liniach diagnostycznych. Zastosowanie prób drogowych do oceny zdolności układów napędowych. Podstawy diagnostyki pokładowej OBD w zastosowaniu do układów podwozia. Tendencje rozwojowe w diagnostyce układów podwozia samochodów. • Diagnostyka sprzęgła i mechanicznych skrzynek biegów. Diagnostyka wałów i mostów napędowych. Diagnostyka układu jezdnego. Diagnostyka układów kierowniczych. Diagnostyka układów hamulcowych z uruchamianiem hydraulicznym. Diagnostyczna ocena układu napędowego metodą prób drogowych.</p>	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<p>• 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.</p>	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<p>• Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej.</p>	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<p>• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne</p>	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 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</p>	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<p>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzutuującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościanny. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna rysunku (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciokątne. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne od. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześciokątne (na podstawie rysunku aksometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch wałców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).</p>	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<p>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczenie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nitowe, spawane, zgrzewane lutownicze. • Klasyfikacja i rodzaje maszyn. • Wykonanie rysunku wykonawczego: wał maszynowy z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/lamary) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji plaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacja. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</p>	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<p>• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn. Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie. Cechy techniczno-uzyskowe maszyn. Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny. Kształtowanie powierzchni. Ruchy w maszynie. Podział ruchów. Ruchy kształtowania. Ruchy podziałowe. Ruchy nastawcze. Ruchy skrawania. Układ kształtowania maszyny. Układ konstrukcyjny maszyny. Podstawowe zespoły maszyn. Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn. Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek. Tokarki kłowe. Tokarki uchwytowe. Tokarki karuzelowe. Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspomniane, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifarki: Charakterystyka i rodzaje szliferek, Szlifarki do wałków kłowe, Szlifarki do wałków bezkłowe. Szlifarki do otworów, Szlifarki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębien: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębien, Metody obróbki uzębien kół walcowych. Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwodniowe. Metody szlifowania uzębien kół walcowych, Szlifarki Nilesa, Szlifarki Maaga. Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych. Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarkaociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka obwodniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.</p>	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<p>• 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 i przekazywanie danych między procedurami.</p>	
Matematyka 1	K_W01, K_U09
<p>• 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,</p>	

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	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
• Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie wymuszonym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Paliwa alkoholowe, gazowe i roślinne. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Smary plastyczne. Płyny hamulcowe. Płyny do układów chłodzenia. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw.	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
• Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krytalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Okręślenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • 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 płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ścisłość 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 Prandtl'a, zwełka Venturii'ego, kryza ISA, rotametr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. • Całkowita 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 sił. 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 rozwiązań. Równanie Bernoulliego dla przepływu rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulenty. Opis turbulencji. Reynoldsofsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty przez przewody. Wykres Nikuradego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych, zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ 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 przyściennej. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-rozbiegły, wir, źródło/uzupni. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoś D'Alemberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśnięte. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval'a. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopada i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.	
Mechanika techniczna 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 rozwiążalne i przesytylione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zjeździe ciała. • Hamulec kłokowy 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, wyznaczenie 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 techniczna 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, charakterystyki 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 dwiwiaki, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się kółka, 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.	
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 odwrotności systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiar wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie.	
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 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 wporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwo mechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; 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. Programowanie sterowniki logicznej 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. Układ 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.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia siły wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodologia prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezębien. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ścierna. Szlifowanie wałków, płaszczyn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ściera obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parzenia technologiczne przy toczeniu, narzędzia toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwieidniewe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezębien. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania.	
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 zgłoszenia 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 i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i ciepłe metalu. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Spawanie metodą spawania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obrabieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</p>	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyki, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki. • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyka, podzbiór i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy; automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczenie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujniki termoelektryczne, czujniki oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne, silniki trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory i układy cyfrowe regulacji z regule logiczne sterownik programowalny(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu ciekłości, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwornika elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. Próba identyfikacji badanego czwornika (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiar obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu sterowania na podstawie wyników pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Coda lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwita) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla danego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystykę skokową dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>• 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 magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - wielkość indukcji, indukcji własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytrzymanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazujące prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnie zmiennych. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie i zasady 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. • Bezładzowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Transystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optyczne i logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<p>• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obliczenia zmęczeniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne-połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształtowania • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki wykonalności, sprawności i samoohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia srub • Połączenia sprężyste - klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn srubowych. 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 łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych, katalogów: zasady odznaczania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<p>• 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 srubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, 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</p>	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów</p>	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<p>• 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 interrelacja • Charakterystyka plastyczne: stan odkształcenia, miary odkształcenia, zależności pomiędzy stanami naprężenia i odkształcenia, mechanizm odkształcenia plastycznego, odkształcenie monokryształów oraz ciał polikryształicznych, 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, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciecie i wykrwanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciążanie, rozłaczanie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczenie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie wykrwania krząków z blach. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczenie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wyłaczania naczyń cylindrycznych. Sprężanie wałów 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</p>	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 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, parametry przetwórczych oraz charakterystyki urządzeń • Charakterystyka technologii wylania i prasowania. Termoformowanie próżniowe, mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemicznego fizycznego polimerów. Zaliczenie • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych • Wyznaczenie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurcu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych - 1 • Ocena skurcu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych - 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wylaczaniu. Zaliczenie</p>	
Silniki spalinowe 1	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
<p>• Wiadomości wstępne. Podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Zasada działania silnika tłokowego. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste. Wskazniki pracy silnika. Bilans ciepły silnika. Proces napełniania. Systemy doładowania silników tłokowych. Proces spalania. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Mechanika układu korbowo-tłokowego. Systemy spalania - geometria przestrzeni spalania. Budowa układu korbowo-tłokowego. Budowa układu rozrządu. Budowa układu chłodzenia. Budowa układu smarowania. Budowa układu zasilania. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczenie charakterystyki zewnętrznej silnika z H.S. Wyznaczenie charakterystyki</p>	

obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wykład i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-łokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Zaliczenie projektów.	
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). • Zliczowanie. • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowanie 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	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szczyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne – klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisanie tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami – style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, • funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące – sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne – optymalizacja liniowa z ograniczeniami – zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebrai liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów): blachy cienkie, technologiczność nadwozi samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni łożkowych. Technologia łożków. Technologia cylindrów i przewodników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą elastyczności w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000.	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne: równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obieg, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchoty. Wykres h-s; tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres X-Y. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka łożkowa; wykres indykatorowy, polipotra. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierne, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, atomicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouya – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silników gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Silownie parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejalna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Prawo Newtona. Ustalono: przewodzenie jednowymiarowe. płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pécleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system otwarty. 6. Obieg termodynamiczny prawobieżny i lewobieżny, odwracalny i nieodwracalny. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach pary wodnej. Korzystanie z tabeli i wykresów cieplnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a prawobieżny i lewobieżny. 9. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza	
Układy zasilania silników spalinowych 1	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, CEELECT). 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.	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Stejnera • 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 Hooke'a • 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 wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyn cienkościennych	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analityczno-wykreslna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udułności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne.	
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 SZS zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZS. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZS. Odpowiedzialność i uprawienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZS. 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 SZS. Opracowanie zarządzania o wdrożeniu SZS 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 SZS. • Prezentacja i zaliczenie	

3.15. Pojazdy samochodowe - Samochody, niestacjonarne

3.15.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	76 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.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	53 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://rrk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=hml&S=333&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.15.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	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	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	ME	Budowa samochodów 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	ME	Technologia samochodów	15	0	9	0	24	3	N	
Sumy za semestr: 6			95	29	61	18	203	27	3	0
7	ME	Diagnostyka samochodów 1	18	0	15	0	33	3	T	
7	ME	Eksploatacja samochodów	12	0	10	0	22	4	N	
7	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	12	0	27	2	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	ME	Materiały eksploatacyjne	12	0	9	0	21	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	ME	Teoria ruchu samochodów	12	9	0	0	21	3	N	
7	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
7	ME	Zespoły napędowe i nośne	15	0	12	0	27	5	T	
Sumy za semestr: 7			113	9	80	0	202	26	2	0
8	ZH	PH1.Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N	
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			770	287	349	169	1575	210	17	9

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

3.15.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium,

sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	30.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	469 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.75 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	121 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	154 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	242 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?ng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=333&C=2019>

3.15.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?ng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=333&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie - Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne - Główne nurty i kierunki w etyce - Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne - Materialne etyki wartości kontra proceduralizm - Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm - Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego - Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny syllogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej - Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna - Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych - Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie technik" - Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii - Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyfikacja koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji - Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych - Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomii, wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne - estawione teorie bezpieczeństwa, • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych, • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychosocjalny w pracy, • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego, • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, - projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego, • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgła ciernych. • Mechaniczne skrzynie biegów. • Sprzęgła i przekładnie różnicowe. • Automataczne skrzynie biegów. • Wały napędowe, półosie i przeguby. • Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy rozrywki. • Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne 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 zawiesz. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesz. • Budowa zawiesz. - 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 trzpieni. • Sprzęgła główne i wielopłytkowe. • Budowa skrzyni biegów dwuwalkowej. • Budowa skrzyni biegów trójwalkowej. • 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 zawiesz. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawiesz. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawiesz. • 	
Diagnostyka samochodów 1	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> 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 spalinych pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawiesz. i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> 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. 	
Eksploatacja samochodów	K_W06, K_W10, K_U04, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia dotyczące eksploatacji. Jakość eksploatacji oraz jakość usługi. Planowanie obsługiwalności na etapie konstrukcji samochodu. Bezpieczeństwo eksploatacji – ilościowe i jakościowe. Podatność obsługowa. Wymagania i badania przyjęcia do naprawy standardowej zespołów i całych pojazdów samochodowych. Wymagania, badania i odbiór po naprawie zespołów: skrzynia biegów, skrzynia rozdzielcza. Wymagania, badania i odbiór po naprawie zespołów: most napędowy, wał napędowy, zawiesz. Wymagania, badania i odbiór po naprawie całego zespołu samochodów ciężarowych i autobusów. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: ubytkowymi. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: bezubytkowymi. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: przystosowymi. Technologia naprawy pojazdów: technologia naprawy silnika, technologia naprawy układu zasilania. Technologia naprawy mechanizmów przeniesienia napędu. Technologia naprawy układu kierowniczego. Technologia naprawy układu jezdnego, technologia naprawy zawiesz. Technologia naprawy układu hamulcowego hydraulicznego oraz mechanizmu wspomagania. Technologia naprawy układu hamulcowego pneumatycznego. Technologia naprawy nadwozia i ramy. 	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtryskowe (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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 • Ferromagnetyzm • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Krystalizacja. Krystalizacja światła • Elektrycy 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
• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, wypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniu szczególnym. Elementy przynależne (przynależność punktu prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i klady. Obrót wokół prostej rzutującej. Kląd i podniesienie z kladu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościiany. Rzuty wielościianów. Przekroje wielościianów. Przenikanie wielościianów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałce i stożki). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobów (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiary. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie cwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przykłady szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdźmy - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne od Klady. • Sprawdźmy - część 2 (elementy wspólne, klady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch wałców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczenie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutownicze, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z tożsawkowaniem. Uszczelnienia. Kła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne. Chemizm. Zestawienie. Zakładanie. • Wykonanie przekroju złożonego (stopkowy/łamy) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn. Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie. Cechy technologiczno- użytkowe maszyny. Układ funkcjonalny maszyny. Układ roboczy maszyny. Kształtowanie powierzchni. Ruchy w maszynie. Podział ruchów. Ruchy kształtowania. Ruchy podziałowe. Ruchy nastawcze. Ruchy skrawania. Układ kształtowania maszyny. Układ konstrukcyjny maszyny. Podstawowe zespoły maszyn zabezpieczające i ochronne maszyny. Układ kinematyczny maszyn. • Przeniesienie cech charakterystycznych i przynależnych podział obrabiarki. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek. Tokarki kłowe. Tokarki uchwytno. Tokarki karuzelowe. Przeznaczenie i podział wiertarek. Wiertarki stołowe. Wiertarki słupowe. Wiertarki stojakowe. Wiertarki promieniowe. Wytarczarki i wytarczarko-frezarki: Wytarczarki. Wytarczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek. Frezarki wspornikowe. Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne. Przecinarki ramowe. Przecinarki taśmowe. Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek. Szlifierki do wałków kłowe. Szlifierki do otworów. Szlifierki do płaszczyzn. Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej. Obrabiarki elektroerozyjne. Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uziebień: Charakterystyczne cechy kształtowania uziebień. Metody obróbki uziebień kół walcowych. Dłutownice Maaga. Dłutownice Fellowsa. Frezarki obwiedniowe. Metody szlifowania uziebień kół walcowych. Szlifierki Nilsa. Szlifierki Maaga. Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych. Strugarki i frezarki Olsona. Obrabiarki sterowane numerycznie. Cechy charakterystyczne. Programowanie. Tokarki CNC. Frezarki CNC. • Tokarki CNC: Tokarki CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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 i przekazywanie danych między procedurami.	
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	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
• Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie wymuszonym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Paliwa alkoholowe, gazowe i roślinne. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Smary plastyczne. Płyny hamulcowe. Płyny do układów chłodzenia. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczenie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Wyznaczenie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw.	
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 • Odskądzenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składowe fazy 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 chemiczna stopów żelaza i narzędzi • Wady obróbki cieplnej i chemicznej • Kwantyfikacja jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i chemicznej • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. 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 krzyzy: sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zweżka Venturiego, krzyż ISA, rotametr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. • Całkowita postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyn hydraulicznych. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa. Sprawnosć pompy. Wyznaczenie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na płynne ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśłego. 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 rozwiązywania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulenty. Opis turbulencji. Reynoldsowo uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko odseparacji. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływane maszyn i narzędzi. • Wady obróbki cieplnej i chemicznej. Kwantyfikacja jakości procesów: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnienia na wałcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyściennej. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/łupst. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczania i wizualizacji. Opływ wałka kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoxy D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśłe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopada i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.	
Mechanika techniczna 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. • Zbiórny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiążalne i przesyłnione. • Wektor momentu siły względem osi analityczny zapis przykłady. • Moment siły względem osi analityczny zapis przykłady. • Moment siły względem osi analityczny zapis przykłady. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie sucha, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec kłockowy 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 utworzenie 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 biegunu momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga	

plaskiego 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 techniczna 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, charakterystyki 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 kółka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układ 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.	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odwrotności systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • Pomiar wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie.	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silniki 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 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 serwo mechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych maszyn; 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. Programowanie 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. Układy 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.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zastosowanie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawy skrawania splotów obróbką skrawaniem. Ogólna charakterystyka – zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczzenie, frezowanie, wiercenie, wiercenie pogłębienie, dławienie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uezębien. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ścierna. Szlifowanie wałków, płaszczyn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkole. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczzenie; kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie; kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie; narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłosek wałków, szlifowanie płaszczyn, szlifowanie otworów. Kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezębien. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania.	
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 zgłoszenia 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 i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie.Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.	
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, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatycznej regulacji. • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyczne • Zasady przekształcania schematów regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Napędy liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PFP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczenie przszeźni robotycznych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy programowalne przetworniki pomiarowe czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Silowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej silownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmitancji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki częstotliwościowe członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektrycznego. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej • Próbna identyfikacji badanego czwórnik (dokonań identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Codos lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Cw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla zadanego układu automatycznej regulacji. sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmocnienia: k < kkr, k = kkr, k > kkr. Dla k < kkr wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla k = kkr. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodykę Nicholsa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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 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 prąd elektryczny. 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 wskazówek prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasady działania, rodzaje i zastosowanie. Silniki indukcyjne - budowa, zasady działania, podstawowe wielkości elektryczne, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Bezzłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącza p-n. Diody półprzewodnikowe. • Transzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrstor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektryczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04

	<p>• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obliczenia zmęczeniowe • Połączenia w budowie maszyn; klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne; połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zyskowności, sprawności i samoohamowności gwintów, zasady konstrukcji i obliczenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia śrub • Połączenia sprężyste - klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach śrubowych, 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 łożysk, 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.</p>
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<p>• Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgła • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie ciegnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn</p>	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów</p>	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<p>• Stan naprężenia; definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulistą i dewiatorową, osiowo symetryczny stan naprężenia, 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 monokrystalów oraz ciał polikrystalicznych, zjawiska tworzące odkształcenie plastyczne, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hucznicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wadów w postaci kęsek lub wlewków, półwyroby i wyroby hucznicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hucznicze wytwarzane na zimno. Pozahucznicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (cięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciąganie, wybijanie, obskanie, rozciąganie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczenie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Wyznaczenie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczenie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wyłaczania naczyń cylindrycznych. Sprężanie wałów 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</p>	K_W02, K_W04, K_W07, K_U09, K_U04, K_U08, K_K03
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_U09, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• 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 charakterystyki urządzeń • Charakterystyka technologii wyłaczania i prasowania. Termoformowanie przłożnie i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno - fizycznego polimerów. Zaliczenie • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych. • Wyznaczenie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • 1. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych- 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wylaczaniu. Zaliczenie</p>	K_U04, K_U01, K_U09, K_K03
Silniki spalinowe 1	K_U04, K_U01, K_U09, K_K03
<p>• Wiadomości wstępne. Podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Zasada działania silnika tłokowego. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste. Wskaźniki pracy silnika. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Systemy doładowania silników tłokowych. Proces spalania. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Mechanika układu korbowo-tłokowego. Systemy spalania - geometria przestrzeni spalania. Budowa układu korbowo-tłokowego. Budowa układu rozrządu. Budowa układu chłodzenia. Budowa układu smarowania. Budowa układu zasilania. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Słownictwo badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badania stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczenie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczenie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczenie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczenie charakterystyki ogólnej 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. Zaliczenie projektów.</p>	K_U06, K_U07, K_U13, K_K03
Systemy komputerowe CAD	K_U06, K_U07, K_U13, K_K03
<p>• 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 (czwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowanie 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. • Szykowne i bezsztywne 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</p>	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<p>• 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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • 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: budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowany arkusz, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje operacji na danych i czynniki wyrażenia i logiki matematyczne. • funkcje logiczne i statyczne, analiza c-0 jezeli...?, tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatycznie i zaawansowane), graficzna prezentacja danych - wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebraiczne liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją</p>	K_U06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
Technologia samochodów	K_U06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<p>• Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów); blachy cienkie, technologiczność nadwozia samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych, technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i prowadników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejania autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000.</p>	K_U06, K_U07, K_K01
Teoria ruchu samochodów	K_U06, K_U07, K_K01
<p>• Opona pneumatyczna i jej właściwości. Poślizg i przyczepność koła ogumionego. Opory ruchu samochodów. Bilans sił i mocy na kołach. Wykres trakcyjny. Charakterystyka dynamiczna. Dobór mocy silnika napędowego. Dobór przelotów. Ruch przyspieszony. Wykres przyspieszeń. Charakterystyki rozpedzania. Ruch opóźniony. Ruch wzdłużny. Ruch poprzeczny. Ruch wzdłużny i stateczność. Stateczność hamowania. Krzywoliniowy ruch samochodu. Boczne przeniesienie opon. Kierowność i stateczność ruchu. Przyczepność graniczna w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym pojazdu. Energochłonność ruchu. Zużycie paliwa. Bieg ekonomiczny. • Bilans sił i mocy na kołach. Wyznaczenie oporów ruchu. Wyznaczenie wykresu trakcyjnego. Wyznaczenie charakterystyki dynamicznej. Wyznaczenie charakterystyki przyspieszeń. Wyznaczenie charakterystyki rozpedzania. Wyznaczenie prędkości maksymalnej, maksymalnego wzniesienia możliwego do pokonania. Obliczanie rozkładu sił przy hamowaniu. Obliczanie maksymalnej prędkości jazdy samochodu po luku.</p>	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<p>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne - ciepło, Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zależność i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany izowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne, Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy, udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. 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. Wykres h-s, analiza. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, polipotra. Obliczanie strumienia gazu - sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego - sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawowe pojęcia podstawowe: otoczenie bierno, egzotermiczne, podgrzewanie, podgrzewanie. Ocena działania termicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouya - Stodola. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie słowni gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Słowne parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowe. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna.</p>	

Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system otwarty. 6. Obiegi termodynamiczne prawobieżne i lewobieżne, odwracalne i nieodwracalne. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach pary wodnej. Korzystanie z tabeli i wykresów cieplnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a i prawobieżny i lewobieżny. 9. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstających spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczenie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza	
Układy zasilania silników spalinowych 1	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, SELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych. • Pomiar skuteczności oczyszczania chłoności 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.	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne 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 Hooke'a • 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 wyłączenia 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_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek - metoda analityczno-wykreslna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarowości i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne.	
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 zrównowoczonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czyszcza 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 zarządzania 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	
Zespoły napędowe i nośne	K_W06, K_U01, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
• Zadania układu napędowego. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych. Kola napędowe i opony. Sprzęgła cierne. Budowa. Praca tarcia. Układy sterowania. Mechaniczne skrzynki biegów. Zautomatyzowane układy sterowania. Skrzynki rozdzielcze, reduktory, przystawki odbioru mocy. Hydromechaniczne układy napędowe. Przekładnie hydrokinetyczne. Hydrostatyczne zespoły napędowe. Waly i półosie napędowe. Przeguby napędowe. Mosty napędowe. Mechanizmy różnicowe. Moc krążąca w układzie napędowym. Zwalniacze elektromagnetyczne i hydrokinetyczne. Zawieszania. Obciążenia dynamiczne elementów zawieszania. Elementy sprężyste stosowane w budowie zawieszzeń. Ustroje nośne w pojazdach. • Wyznaczenie charakterystyki sprężystej docisku sprzęgła. Wyznaczenie częstości drgań własnych i współczynnika tłumienia zawieszania. Analiza zgodności kinematycznej zawieszania i układu kierowniczego. Wyznaczenie momentu bezwładności kol jedynych. Wyznaczenie oporów mechanicznych skrzynek biegów. Wyznaczenie temperatury pracy mechanicznej skrzynki biegów. Pomiar i regulacja luzów w przekładni głównej.	

3.16. Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe, niestacjonarne

3.16.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	75 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	76 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.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	53 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=334&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.16.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/Lektorat	Laboratorium	Projekt/Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy	25	0	20	0	45	4	N	

		obróbki cieplnej 1								
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	■
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	■
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	■
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	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	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	ME	Budowa samochodów 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	ME	Technologia samochodów	15	0	9	0	24	3	N	
Sumy za semestr: 6			95	29	61	18	203	27	3	0
7	ME	Diagnostyka samochodów 1	18	0	15	0	33	3	T	
7	ME	Eksploatacja silników spalinowych 1	12	0	10	0	22	4	N	
7	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	12	0	27	2	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	ME	Materiały eksploatacyjne	12	0	9	0	21	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	ME	Systemy sterowania silników	15	0	12	0	27	5	T	
7	ME	Teoria silników spalinowych	12	9	0	0	21	3	N	
7	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			113	9	80	0	202	26	2	0
8	ZH	PH1: Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N	
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			770	287	349	169	1575	210	17	9

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

3.16.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	30.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	488 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	22 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	121 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	154 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	222 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany/p?ing=PL&W=M&K=M&TK=html&S=334&C=2019>

3.16.4. Treści programowe

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

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<p>• Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji uutilitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytuczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasykna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety</p>	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<p>• Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa, • Bezpieczeństwo i higiena pracy w ujęciach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych, • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna, Ekologicznie - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywacji na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychosocjalny w pracy, • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodely w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego, • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, - projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego, • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.</p>	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<p>• Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgłej ciernych. • Mechanizmy skrzynki biegów. • Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. • Automatyczne skrzynie biegów. • Wały napędowe, półosi i przeguby. • Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. • Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne i mieszane. • Urządzenia wspomagające hamowanie. Korektory sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. • Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. • Układy wspomaganie w mechanizmach kierowniczych. • Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawiesz. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesz. • Budowa zawieszania – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. • Bezpieczeństwo czynne i bierno pojazdu. • Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. • Budowa ram i nadwozi. • Budowa kół i ogumienia. • Sprzęgła cienne jedno i wielopłytkowe. • Budowa skrzynki biegów dwuwalowej. • 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 zawieszania. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawieszania. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszania.</p>	
Diagnostyka samochodów 1	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<p>• 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, zawieszania i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych.</p>	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<p>• Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia – morza. Ekologia środowiska lądowych. Bariery rozwoju. Zanieczyszczenia powietrza. Zanieczyszczenia powietrza wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwoj i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna.</p>	
Eksploatacja silników spalinowych 1	K_W05, K_W10, K_U01, K_U14, K_K03
<p>• Wprowadzenie do eksploatacji silników spalinowych. Tarcie w elementach silników. Smarowanie elementów silnika. Procesy zużycia metalowych elementów silnika. Ustalanie przyczyn uszkodzenia silnika. Analiza uszkodzeń układu korbowego silnika i układu rozrządu. Analiza uszkodzeń kadłuba, cylindrów i głowicy silnika. Obsługa techniczna silnika. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ESS. Weryfikacja kadłuba i głowicy, naprawa metodą ślusarską i frezowania. Montaż i demontaż grupy zaworowej. Kontrola i weryfikacja wała rozrządu. Kontrola i weryfikacja układu korbowo-łokowego. Zaliczenie ćwiczeń. Wykorzystanie aparatu czterokulowego do oceny smarności oleju silnikowego</p>	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<p>• Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokopreżnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej.</p>	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<p>• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne</p>	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<p>• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalnej mechaniki kwantowej; zjawiska fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie, zasady 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</p>	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<p>• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej), przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, punkt wspólny dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzużącej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo ostowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzut prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościąny. Rzuty wielościąnow. Przekroje wielościąnow. Przenikanie wielościąnow. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościąnowami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciąnu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny • Sprzężanie części (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześciąnu (na podstawie rysunku aksometrycznego) i/lub rysunku w rzutach prostokątnych). • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).</p>	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<p>• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczenie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nielazyczne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Kola zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/ łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarczawalec. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych i powierzchni. • Wykonanie rysunku podstawy modelu element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.</p>	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<p>• Definicja i rodzaje maszyn. Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn, Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarki. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek. Tokarki kłowe, Tokarki uchwytno- • Tokarki karuzelowe. Przeznaczenie i podział wiertarek. Wiertarki słupowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojkowe, Wiertarki promienne. Wytaczarki i wytaczarko-frezarki. Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe, Strugarki i dłutownice, Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka podciągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja, Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja, Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.</p>	

Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<p>• 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 i przekazywanie danych między procedurami.</p>	
Matematyka 1	K_W01, K_U09
<p>• 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. • Podobieństwo funkcji. • Badanie przebiegu zmiennej funkcji. • Elementy teorii analizy. • Wektory działające 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.</p>	
Matematyka 2	K_W01, K_U09
<p>• 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.</p>	
Materiały eksploatacyjne	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
<p>• Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie wymuszonym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Paliwa alkoholowe, gazowe i roślinne. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Smary plastyczne. Płyny hamulcowe. Płyny do układów chłodzących. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw.</p>	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<p>• Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odszczepienie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żelazo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopy, staliwa i żelaza</p>	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<p>• 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 stopy, staliwa i żelaza • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych</p>	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienia, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaznika i strumienicy. Ciśnieniomierze przyrządy pomiarowe prędkości oraz krzyzy: sonda Pitota, sonda Prandla, zewzka Venturii,ego, krzyz ISA, rotametr. Fanie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandla 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. Wyznaczenie 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 nieściśnialego. 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 rozwiązywania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulenty. Opis turbulencji. Reynoldsowo uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulenty przez przewody. Wykres Nikuradego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych, zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Wpływ chropowatości na straty w pompie. Wpływ swobodny i ograniczony. Obliczenia swobodny. Obliczenia przepływu w układach przewodów: rurociąg rozgałęziony. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: koncepcja warstwy przycięsnej. Zjawisko odierwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sil aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływy potencjalny i warstwę przycięsnej. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchygo-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/uzup. Dipol. Zasada superpozycji. Pomiar obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoxy D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściślane. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopada i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.</p>	
Mechanika techniczna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>• Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sil, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiążalne i przsztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sil, zmiana bieguna momentu. • Para sil, twierdzenia o parach sil. Redukcja płaskiego dowolnego układu sil, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sil, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie sucha, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sil działających na bryle. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sil, równowaga przestrzennego dowolnego układu sil. • Kinematyka punktu, opisu 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 w różnych punktach mechanizmu płaskiego. • Rzut wektora siły na osi, analityczny zapis wektora siły. • Wektor momentu siły. • Rzut wektora momentu siły na osi, analityczny zapis wektora momentu siły. • Różniczkowanie wektora sumy przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sil. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sil, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sil, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sil, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sil, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sil działających na bryle i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sil w przypadku występowania siły tarcia. Hamulec. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sil, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sil, 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.</p>	
Mechanika techniczna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i pęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punkt, charakterystyki 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 masy, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się kółka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sil. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady.</p>	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Odmierzanie wybitnych elementów geometrycznych. • Analiza nieliniowa budowy maszyn i urządzeń. • Analiza powtarzalności i odzwierciedlenia systemów pomiarowych. • Chropowatość i fałistość powierzchni. • Pomiarów wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiar odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiar chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie.</p>	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<p>• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie 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 toczone; 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 maszyn; 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. Układ CNC o struktury 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.</p>	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<p>• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodologia prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Żyłycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania i możliwości technologiczne. • Sterowanie i sterowanie. • Rozruch i hamowanie. • Wpływ rozruchu i hamowania na obróbkę. • Obróbka gwintów. Obróbka uezębien. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne.</p>	

Materiały i narzędzia ścierna. Szlifowanie wałków, płaszczyn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkole. Ściera obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłosek wałków, szlifowanie płaszczyn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uezębien, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uezębien. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania.	
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 zgłoszenia 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 i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • 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. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.	
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, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym, sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów w automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce • Podstawowe człony automatyki • Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwany przez roboty. • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów. Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy oraz ze względu na obszar zastosowań. • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków. Narzędzia liniowe. Przekładnie falowe. • Sensory i ograniczniki ruchu w manipulatorach i robotach. Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OOP, COO. Wzrosty sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz sasko, gądo i ptażo podobne. Materiały inteligentne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie proste dynamiki. • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu regulacji Cw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujniki termoelektryczne, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Cw. 2. Elementy wykonawcze. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Cw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproxymacja metodą współczynników Lagrange'a lub najmniejszych kwadratów). Linearyzacja charakterystyki statycznej Cw. 2. Charakterystyki skokowe członów automatyki. Zarejestrowanie charakterystyk skokowych trzech termoelementów. Identyfikacja termoelementów jako elementów automatyki (wyznaczenie transmisji przejścia każdego z termoelementów) Cw. 3. Charakterystyki czystościowości członów automatyki. Pomiar charakterystyki amplitudowo-fazowej czwórnik elektryczny. Wyznaczenie modułu oraz logarytmicznych charakterystyk: amplitudowej i fazowej. Próba identyfikacji badanego czwórnik (dokonać identyfikacji lub uzasadnić niemożliwość jej wykonania) Cw. 4. Identyfikacja obiektu sterowania. Wykonać pomiary obiektu cieplnego potrzebne do określenia jego własności statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Codos lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Cw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na własności badanego obiektu. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na własności członu inercyjnego i rzędu i członu całkującego rzeczywistych oraz wpływ sprzężenia izodromowego na własności członu różniczkującego Cw. 3. Badanie stabilności autonomicznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmożenia kkr dla danego układu automatycznej regulacji; sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmożenia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodykę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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 • Zrobityzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania	
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, indukcja 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 wskazówek prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnie zmiennych. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych, rozrachunek Cw. 3. Badanie stabilności autonomicznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmożenia kkr dla danego układu automatycznej regulacji; sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmożenia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodykę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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 • Zrobityzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmechnienia materiałów, obliczenia zmechnieniowe • Połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne: połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki uzyskania sprawności i samohamowności gwintów, zasady konstrukcji obliczenia wytrzymałościowe, wytrzymałościowe, wiadomości ogólne, notacji, rodzaje pracy. Transformatory • Połączenia sprężyste: klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach szrubowych, zasady projektowania sprężyn szrubowych. 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 łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcia 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.	
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 sprzęgłej • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie wałowe i przekładnie geometryczne • Podstawy metrologii elektrycznej. Określenie analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmożenia kkr dla danego układu automatycznej regulacji; sprawdzić poprawność obliczeń rysując charakterystyki skokowe i amplitudowo-fazowe dla trzech wartości współczynnika wzmożenia: $k < k_{kr}$, $k = k_{kr}$, $k > k_{kr}$. Dla $k < k_{kr}$ wyznaczyć zapas modułu i zapas fazy z logarytmicznych charakterystyk układu Cw. 4. Dobór optymalnych nastaw regulatorów w układzie regulacji. Korzystając z wyników ćwiczenia 3.3 narysować charakterystykę skokową układu regulacji dla $k = k_{kr}$. Określić okres oscylacji Tosc. Stosując metodykę Nicholasa-Zieglera określić optymalne nastawy regulatora P oraz PI. Narysować charakterystyki skokowe dla układu z optymalnymi nastawami regulatorów. Wyznaczyć zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • 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 • Zrobityzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
• Proces produkcyjny i proces technologiczny, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
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 kulista i dewiatorowa, 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 kęsów 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 obiektowego brył (kucia i prasowanie, walcowanie, wyciąganie, ciągnięcie) metody kształtowania blach (ciącie i wykręcanie, gniecie, wylaccanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zgłabianie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obiskanie, rozłaccanie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykręcania krążków z blach. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gniecia blach. Wyznaczanie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wylaccania naczyń cylindrycznego. Spęszczanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części cylindrycznej. 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_U07, 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 rozdruchem, 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. Zaliczenie • Identyfikacja galunkowa tworzy sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw szlucznych. • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • 1. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych- 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wytłaczaniu. Zaliczenie	
Silniki spalinowe 1	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
• Wiadomości wstępne. Podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Zasada działania silnika tłokowego. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste. Wskaźniki pracy silnika. Bilans ciepły silnika. Proces napełniania. Systemy doładowania silników tłokowych. Proces spalania. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Mechanika układu korbowo-tłokowego. Systemy spalania - geometria przestrzeni spalania. Budowa układu korbowo-tłokowego. Budowa układu rozrządu. Budowa układu chłodzenia. Budowa układu smarowania. Budowa układu zasilania. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stawisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczenie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej 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. Zaliczenie projektów.	
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 szkieletowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowanie 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. • Szykowne i bezszykowne 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 sterowania silników	K_W06, K_U01, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
• Zarys rozwoju układów zapłonu i zasilania silników spalinowych. • 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 recykulacją 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 silnikiem i układy OBD. • Wyznaczanie charakterystyki czynnika indukcyjnego prędkości obrotowej. Wyznaczanie charakterystyki czynnika temperatury cieczy i powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czynnika położenia przepustnicy. Wyznaczanie charakterystyki ciśnienia bezwzględne powietrza. Wyznaczanie charakterystyki przepływomierza powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czynnika położenia pedału przyspieszenia.	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szfryfowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja serwnia. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, , funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (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. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
• Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów); blachy cienkie, technologiczność nadwozi samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia części kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i przewodników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000.	
Teoria silników spalinowych	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
• Uwarunkowania stosowania paliw konwencjonalnych i alternatywnych w tłokowych silnikach spalinowych. Proces tworzenia mieszanki palnej i spalania w silniku o zapłonie wymuszonym. Proces tworzenia mieszanki palnej i spalania w silniku o zapłonie samoczynnym. Analiza przebiegu wyprzedzania ciepła w silniku. Obliczenie przebiegu wyprzedzania ciepła za pomocą formuły Wibego. Obciążenie cieplne silnika tłokowego. Metodyka obliczania przebiegu zmian temperatury czynnika roboczego. Metodyka doładowania silników spalinowych. Wykorzystanie teorii podobieństwa do modelowania procesów zachodzących w silniku. • Wprowadzenie do zajęć. Wykorzystanie wskaźników pracy silnika do obliczeń jego podstawowych parametrów. Komputerowe obliczenia przebiegu zmian ciśnienia i temperatury w cylindrze silnika ZS w funkcji kąta OWK na podstawie przebiegu spalania wyznaczonego funkcją Wibe. Wykorzystanie zależności Leidemana do obliczeń orientacyjnego przebiegu charakterystyki zewnętrznej silnika. Komputerowe obliczenia wpływu strategii wtrysku na parametry silnika o ZS typu DI. Analiza wyników obliczeń i zaliczenie ćwiczeń.	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej: pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. 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. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-x. Problemy; obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykresy wskaźnikowy, politrop. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy; obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomic – pojęcia podstawowe: otoczenie biernie, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, atemicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Siłownie parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Prawo Newtona. Ustalane przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszaniny - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin -system otwarty. 6. Obiegi termodynamiczne prawobieżne i lewobieżne, odwracalne i nieodwracalne. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach pary wodnej. Korzystanie z tablic i wykresów cieplnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a prawobieżny i lewobieżny. 9. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczenie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza	
Układy zasilania silników spalinowych 1	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, CEELECT). 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.	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne 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. Właściwości mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosobowe i trójosobowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • 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 wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. • Analiza naczyn cienkościennych	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analityczno-wykresna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba uduwności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne.	
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 SZS zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZS. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZS. Odpowiedzialność i uprawnia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze. • Wybrane aspekty funkcjonowania SZS. 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 SZS. Opracowanie zarządzania o wdrożeniu SZS 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 SZS. • Prezentacja i zaliczenie

3.17. Programowanie i automatyzacja obróbki, niestacjonarne

3.17.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	76 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	85 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.	10 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	53 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 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.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=336&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.17.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
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 techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	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	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	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	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MB	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn	10	0	0	10	20	3	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MO	Systemy CAM	0	0	40	0	40	3	N	
6	MO	Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	10	0	20	0	30	4	T	

6	MO	Technologiczne bazy danych	10	0	20	0	30	4	N	
Sumy za semestr: 6			68	29	102	10	209	28	2	0
7	MO	Maszyny sterowane NC	20	0	15	0	35	5	T	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MO	Podstawy MES	9	0	15	0	24	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	MO	Programowanie maszyn CNC 1	14	6	20	0	40	3	T	
7	MO	Programowanie maszyn CNC 2	0	0	40	0	40	3	N	
7	MO	Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	10	0	10	0	20	2	N	
7	MO	Zaawansowane systemy CAD/CAM	0	0	40	0	40	5	N	
Sumy za semestr: 7			67	6	147	0	220	25	2	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MX	Egzamin inżynierski	0	0	0	0	0	0	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	3	N	
8	MX	Projekt inżynierski	0	0	0	90	90	15	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	90	130	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			697	284	457	161	1599	210	16	9

Uwaga, niezliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwiła 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.

3.17.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja 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.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	16
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	463 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	38
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	32 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2,25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	167 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	17
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	161 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	149 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	20
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	237 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=M&TK=html&S=336&C=2019>

3.17.4. Treści programowe

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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=M&K=M&TK=html&S=336&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1:Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny syllogizm), w wersji ułtarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytężna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OIA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety	
BHP i ergonomia	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: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa, • Bezpieczeństwo i higiena pracy w ujęciach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych, • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychosocjalny w pracy, • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodel w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego, • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, - projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego, • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
• 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.	
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 elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawiska 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 • Elektrycy w potencjale okresowym (sieci krystaliczne), • 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 • Przepływy 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
• Podstawowe elementy przestrzeni (punkt, prosta, płaszczyzna). Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, przypadki szczególne położenia prostej. Wzajemne położenie dwóch prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależności (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, własności prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzn prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i klady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościąny. Rzuty wielościąnowe. Przekroje wielościąnowe. Przenikanie wielościąnowe. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (wałce i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościąnowymi. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziałki i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu. Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiary. Wymiary. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależności: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, płaszczyzna i punkt. • Elementy wspólne (punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny). • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne od. Klady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, klady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksometrycznego). Praca kontrolna - przenikanie dwóch wałców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
• Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Waly maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/lamany) na podstawie rysunku technicznego. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie mocowania. • Wykonanie rysunku wykonawczego tarczy/tuleji. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku wykonawczego modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD.	
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, technologiczne, zasady eksploatacji wrzecion, zasady wytyka i rozdział 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 szlifierek, 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 obrabiarek. • 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 obrabianego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych).	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
• Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn, Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyn, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyn, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyn, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytarczarki i wytarczarko-frezarki: Wytarczarki, Wytarczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przeznaczenie, Prace technologiczne, Prace technologiczne, Prace technologiczne, Szlifiarki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifiarki do wałków kłowych, Szlifiarki do wałków bezkłowych, Szlifiarki do otworów, Szlifiarki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uezębien: Charakterystyczne cechy kształtowania uezębien, Metody obróbki uezębien kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uezębien kół walcowych, Szlifiarki Nilesa, Szlifiarki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
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 i przekazywanie danych między procedurami.	
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 zmierzającej 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 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 • Odształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • 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 stopy, 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 stopy, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. 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 Prandtl'a, zwełka Venturii'ego, kryza ISA, ratometr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtl'a i Sondą Pitota. • Całkowita postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszynny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszynny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczenie charakterystyki pompy. Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na płynowe ciało: nośna i oporu. Współczynniki. Równanie Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynolds, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tuleje 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. Reynoldsofsko 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 indukcyjny. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aerodynamicznych, profile, opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnienia na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyściennej. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchygo-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/łupst. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradofs D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściślane. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.	
Mechanika techniczna 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 rozwiążalne i przesytnywny. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie	

Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Niezawodność obiektów złożonych. Naprawialność. Trwałość maszyn. Kształtowanie niezawodności maszyn, sposoby zwiększania niezawodności. • Zarządzanie eksploatacją i zapewnienie utrzymania ruchu maszyn. Strategie eksploatacyjne. Zasady eksploatacji maszyn. Wzrostowe podejście do utrzymania ruchu maszyn. • Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. Matematyczny opis sterowania eksploatacją urządzeń uogólnione. • Opis techniczny wybranego obiektu. • Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkownika i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyn. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
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. Wartości chwilowa, średnia i skuteczna sinusoidalnych. Elementy RL-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazów prądów i napięć. Zastosowanie liczb zespolonych do opisu wielkości sinusoidalnie zmiennych. Moc w obwodzie prądu sinusoidalnego. 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. • 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. • Bezładzowe elementy półprzewodnikowe. Łącząc p-n. Diody półprzewodnikowe. • Transzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyristor - 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.	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_U06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmęczenia materiałów, obciążenia zmienne, połączenia w budowie maszyn: klasyfikacja połączeń, połączenia nierozłączne, połączenia spawane i nitowane. W02 dodaj efekt dodaj treść kształcenia • Połączenia rozłączne: połączenia gwintowe - klasyfikacja, siły i momenty na gwincie, geometria gwintów; warunki zyskowności, sprawności i samohałmowania gwintów, zasady konstrukcji i obciążenia wytrzymałościowe połączeń gwintowych, typowe przypadki obciążenia srub • Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe - charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn srubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje, zastosowanie, zasady doboru. • Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obciążenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, 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.	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_U06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
• Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgł. • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach srubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obciążenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obciążenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn	
Podstawy MES	K_W03, K_U06, 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 siatek 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 obrotowego 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, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP. Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
Programowanie maszyn CNC 1	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
• Zasady programowania obrabiarek CNC. Cechy charakterystyczne programowania obrabiarek CNC. Formaty bloków informacji. • Programowanie ręczne obrabiarek CNC. Programowanie funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Programowanie interpolacji liniowej i kołowej. Programowanie korekcji toru ruchu narzędzi. Programowanie cykli stałych. Programowanie parametryczne. Przykłady programowania ręcznego. • Programowanie automatyczne CAD/CAM obrabiarek CNC. Cechy charakterystyczne programowania automatycznego. Program źródłowy. Modelowanie brytowe i powierzchniowe. Tworzenie ścieżek narzędzi. Symulacja danych pośrednich. Generowanie programów sterujących. Przykłady programowania automatycznego. • Sprawdzanie programów sterujących. Symulacja programów sterujących. Optymalizacja programów sterujących. • Zapis składowy bloków danych. Stosowanie korekcji toru ruchu narzędzi. • Przykłady programów obróbki na tokarkę CNC. • 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 działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Zastosowanie programowania parametrycznego w programach obróbkowych dla rodzin części. Symulacja i weryfikacja poprawności działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego tokarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów nawiercania, wiercenia, fazowania i toczenia rowków. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego kieszeni otwartych i fazowania krawędzi. Kopiowanie i transformacja ścieżek narzędziowych w operacjach frezarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich.	
Programowanie maszyn CNC 2	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03
• Struktura programowania parametrycznego oraz strukturalnego i jej podstawowe elementy. Wykorzystywanie dostępnych zmiennych, funkcji arytmetycznych i trygonometrycznych w zadaniach. Symulacja i weryfikacja poprawności działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Używanie warunkowych oraz bezwarunkowych pętli programowych i skoków w programach. Definiowanie warunków zabezpieczających poprawę działania programu. Symulacja i weryfikacja poprawności działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Zastosowanie programowania parametrycznego w programach obróbkowych dla rodzin części. Symulacja i weryfikacja poprawności działania programów dla różnych wariantów technologicznych oraz zmiennych wartości parametrów. • Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego tokarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów wiercenia, gwintowania, fazowania i toczenia rowków. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów nawiercania, wiercenia, fazowania, gwintowania oraz frezowania otworów i pogłębień. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego kieszeni otwartych i fazowania krawędzi. Kopiowanie i transformacja ścieżek narzędziowych w operacjach frezarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich.	
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 część kolumnową, osiowo symetryczny stan naprężenia, płaski stan naprężenia i odkształcenia, geometryczne przedstawianie stanów naprężenia za pomocą koła 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 polikryształicznych. Zjawiska związane z odkształceniem plastycznym, czynniki wpływające na odkształcenie plastyczne materiałów. • Hucznicze procesy: przeróbki plastyczne, przetwarzanie wsadów w postaci kęsów lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahucznicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (cięcie i wykrwanie, gięcie, wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia toczeniem, wyoblanie i zgniatanie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciskanie, rozciąganie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrwania krążków z blach. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczanie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wytłaczania nacymia cylindrycznego. Spęczniecie 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 pV/T, 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, obciążenia 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. Zaliczanie gatunkowa tworzyw sztucznych, właściwości i wybrane właściwości tworzyw sztucznych. • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych -1 • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych/ wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości	

wyraspek wtyskowych- 2. Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania. Parametry reologiczne tworzywa przy wylaczaniu. Zaliczenie	
Systemy CAM	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 brylowe, pochycienia, szkice, algebra Booleana; modelowanie poprzez szkice. • Zaznajomienie z podstawowymi analizami obrabianej części pod względem zaakrężeń i pochyleń, maksymalnego wysięgu narzędzia. Zastosowanie modułu CAD na potrzeby modułu 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 obróbki wolumetrycznej. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania płaskich 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 wiercenia i mocowania. Podstawy projektowania, uchwyty składane. • 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 obrabiarkach sterowanej numerycznie. Pomiar systemu narzędziowego bezpośrednio na obrabiarce i ustawiających zewnętrznych. • Wpływ geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór lamacza wióra, materiału narzędziowego. • Wpływ rodzaju geometrii narzędzi i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Projektowanie uchwytów specjalnych. Projektowanie uchwytów składanych • Dobór systemu narzędziowego i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Dobór systemu narzędziowego i parametrów skrawania dla procesu technologicznego frezowania - projekt	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
• Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu łąchnik. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytka (zwiększenie szkieletowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu łąnika. • Element typu śruba. • Kolokwium zaliczeniowe (inwentaryzacja). • Metody zapisu elementów rzeczywistych. Odzworowanie 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAx. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie brylowe 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 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. • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracja, kryteria doboru. Wpływ geometrii ostrza na obróbkę. • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracja, kryteria doboru • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki rozwoju narzędzi skrawających, rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. Narzędzia mechatroniczne i wielofunkcyjne (autonomiczne i zasawione). Graficzna prezentacja ustalania i mocowania, podstawy projektowania, uchwyty składane. • 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 obrabiarkach sterowanej numerycznie. Pomiar systemu narzędziowego bezpośrednio na obrabiarce i ustawiających zewnętrznych. • Wpływ geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór lamacza wióra, materiału narzędziowego. • Wpływ rodzaju geometrii narzędzi i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Projektowanie uchwytów specjalnych. Projektowanie uchwytów składanych • Dobór systemu narzędziowego i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Dobór systemu narzędziowego i parametrów skrawania dla procesu technologicznego frezowania - projekt	
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. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne - klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywania 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: budowa arkusza, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza "co jeśli" • Tabele przestawne, funkcje agregujące - sumy częściowe, sumy warunkowe, filtrowanie danych, zawieszanie, graficzna prezentacja danych - wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebraiczne liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabela, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją	
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 obrabiarki CNC • Etapy projektowania procesu technologicznego dla potrzeb obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC) • Dokumentacja technologiczna, elektroniczne bazy danych, komputerowo wspomaganie projektowanie procesów technologicznych • Dobór warunków obróbki: materiały obrabiane, narzędzia i parametry istotne podczas projektowania procesów technologicznych realizowanych na obrabiarkach CNC • Dobór warunków obróbki: strategii obróbkowe stosowane podczas obróbki na obrabiarkach CNC • Uruchamianie procesu technologicznego opracowanego głównie na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC), analiza procesu, poprawa procesu • Zapoznanie się z programami oraz narzędziami do komputerowego wspomaganie projektowania procesów technologicznych • Opracowanie własnego procesu technologicznego z zastosowaniem dostępnych środków technologicznych i narzędzi informatycznych	
Technologiczne bazy danych	K_W05, K_W16, K_U01, K_U07
• Wprowadzenie do technologicznych baz danych. Zastosowanie technologicznych baz danych. • Struktura i funkcjonowanie baz danych. Komputerowe katalogi narzędzi składanych i monolitycznych. • Bazy danych oprzyrządowania technologicznego - struktura, obsługa, możliwości wykorzystania. • Wprowadzenie do pozyskiwania informacji technologicznych z procesu obróbki. Wprowadzenie do metodyki badań doświadczalnych procesów skrawania. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania z katalogów narzędzi czolowych producentów. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania z katalogów komputerowych czolowych producentów. • Projektowanie narzędzi czolowych z zakresu doboru narzędzi i parametrów skrawania • Wykorzystanie modeli cyfrowych oprzyrządowania technologicznego w systemach CAD/CAM z dostępnymi bazami danych. • Dobór i definicja narzędzi i technologii obróbki w technologicznych bazach danych w systemach CAM • Tworzenie technologicznych baz danych w układach CNC. Automatyczny dobór parametrów skrawania. Pozyskiwanie wiedzy z badań doświadczalnych. • Pozyskiwanie informacji technologicznych do baz danych metodami doświadczalnymi. Prowadzenie badań doświadczalnych.	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
1. Podstawa termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obieg, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skala temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamość termodynamiczna. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszany gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. 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. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy; obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawa termoekonomiczna – pojęcia podstawowe; otoczenie bierno, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 13. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamość termodynamiczna. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodzarka sprężarkowa, pompa grzejna. 15. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Prawo Newtona. Ustalane przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Stan systemu, jednostki. Temperatura, zerowa zasada termodynamiki. 2. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. 3. Praca systemu prostego. Praca techniczna. Stan gazu doskonałego. 4. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty. 5. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system otwarty. 6. Obiegi termodynamiczne prawobieżne i lewobieżne, odwracalne i nieodwracalne. 7. Obliczanie pracy i ciepła w przemianach par wodnej. Korzystanie z tablic i wykresów cieplnych. 8. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a prawobieżny i lewobieżny. 9. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. 10. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiady 8. Pomiar wilgotności powietrza	
Wytrzymałość materiałów I	K_W02, K_W03, K_U06, K_U09, K_U16
• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne 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 Hooke'a • 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 wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju nielokalnym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych	
Wytrzymałość materiałów II	K_W02, K_W03, K_U06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężysto-plastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analityczno-wykresłina • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości 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 złożów różnych typów maszyn i mechanizmów. • Opracowanie dokumentacji technicznej 2D różnych typów części maszyn • Automatyzacja i integracja. Arca montażowa cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja weryfikacja opracowanych programów obróbkowych. Analiza technologiczności obrabianych części. Zastosowanie narzędzi modelowania synchronicznego do modyfikacji geometrii modeli nieasotajnywnych. • Automacyjne	

programowanie indeksowanych cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i weryfikacja opracowanych programów obróbkowych.

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 zarządzania 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