

Program studiów

mechanika i budowa maszyn

pierwszego stopnia

Cykl kształcenia: 2019/2020

Profil studiów: praktyczny



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	mechanika i budowa maszyn
Poziom studiów	pierwszego stopnia
Profil studiów	praktyczny

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

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
inżynieria mechaniczna	90 %

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

Nazwa dyscypliny	Udział
inżynieria materiałowa	10 %

Liczba semestrów	8
Specjalności realizowane na kierunku	studia stacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa I - Inżynieria technologii specjalnych K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie P - Pojazdy specjalne i specjalizowane studia niestacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa I - Inżynieria technologii specjalnych K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie P - Pojazdy specjalne i specjalizowane
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	240
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa: 2640 I - Inżynieria technologii specjalnych: 2640 K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie: 2640 P - Pojazdy specjalne i specjalizowane: 2640 studia niestacjonarne: S - Inżynieria spawalnictwa: 1568 I - Inżynieria technologii specjalnych: 1568 K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie: 1577 P - Pojazdy specjalne i specjalizowane: 1574
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRZ
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Ma wiedzę z zakresu matematyki niezbędną do formułowania i rozwiązywania typowych, prostych zadań z zakresu studiowanego kierunku studiów	P6S_WG
K_W02	Ma wiedzę z zakresu fizyki niezbędną do formułowania i rozwiązywania typowych, prostych zadań z zakresu studiowanego kierunku studiów	P6S_WG
K_W03	Ma elementarną wiedzę w zakresie dyscyplin powiązanych z mechaniką i budową maszyn, takich jak np: automatyka i robotyka, techniki wytwarzania (odlewnictwo, spawalnictwo, obróbka skrawaniem, przeróbka plastyczna) informatyka, elektronika i elektrotechnika, termodynamiki i mechaniki płynów w zakresie niezbędnym do wykonywania zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_WK
K_W04	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki i wytrzymałości materiałów niezbędną do formułowania i rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki oraz wykonywania analiz wytrzymałościowych elementów maszyn	P6S_WK
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_WK
K_W08	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metrologii, metod szacowania błędów oraz posługiwania się aparaturą pomiarową	P6S_WG
K_W09	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze mechaniki i budowy maszyn (m.in. technikach wytwarzania, ergonomii, zintegrowanych systemach wytwarzania)	P6S_WK
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_WK
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 uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu realizacji procesu technologicznego dla podstawowych maszyn i urządzeń, z uwzględnieniem ich budowy, kinematyki, przeznaczenia i możliwości technologicznych	P6S_WK
K_W14	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą prowadzenie podstawowych analiz zagadnień liniowych wytrzymałości konstrukcji	P6S_WG

K_W15	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_W16	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_W17	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P6S_WK
K_W18	Ma wiedzę na temat aplikacji komputerowych wspomagających projektowanie i wytwarzanie oraz realizujących badania symulacyjne części i systemów mechanicznych; ma wiedzę na temat prezentacji otrzymanych wyników w formie liczbowej i graficznej oraz ich interpretacji	P6S_WG
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_UK
K_U02	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_U03	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_UW
K_U04	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_U05	Ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	P6S_UU
K_U06	Potrafi planować i przeprowadzać badania własności maszyn i ich elementów, w tym pomiary, eksperymenty fizyczne i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	P6S_UW
K_U07	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń mechanicznych - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	P6S_UO
K_U08	Ma przygotowanie do podjęcia pracy w przemyśle maszynowym, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku przemysłowym	P6S_UW
K_U09	Potrafi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich oraz posiada umiejętność posługiwania się systemami normatywnymi oraz konkretnymi normami i regulami	P6S_UO
K_U10	Potrafi zaplanować i przeprowadzić testy części i urządzeń mechanicznych oraz w przypadku wykrycia nieprawidłowości zdiagnozować przyczyny ich powstawania i zaplanować działania zapobiegawcze	P6S_UW
K_U11	Potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń mechanicznych oraz prostych działań projektowych obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne	P6S_UW
K_U12	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich typowych dla mechaniki i budowy maszyn oraz wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia	P6S_UW
K_U13	Potrafi zaprojektować oraz zrealizować urządzenie, system mechaniczny, proces produkcyjny zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi	P6S_UW
K_U14	Posiada umiejętność projektowania oraz doskonalenia konkretnych procesów produkcyjnych i systemów zarządzania z wykorzystaniem standartowych metod i narzędzi	P6S_UW
K_U15	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania organizacyjne i techniczne w szczególności systemu, procesy, usługi i urządzenia	P6S_UW
K_K01	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego kształcenia się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia innych	P6S_KK
K_K02	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_K03	Ma świadomość opiniotwórczej i kulturotwórczej roli społecznej absolwenta wyższej uczelni, prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera oraz przestrzega zasad etyki zawodowej i profesjonalizmu	P6S_KR
K_K04	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz potrafi podporządkowywać się zasadom pracy w zespole, potrafi zdefiniować priorytety w działalności indywidualnej i grupowej oraz ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	P6S_KO
K_K05	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO
K_K06	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

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. S - Inżynieria spawalnictwa, 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.	148 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.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	151 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	107 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach 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=K&K=M&TK=html&S=1148&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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	30	0	0	0	30	2	N	
1	FB	Matematyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	30	0	0	0	30	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	15	0	0	0	15	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	1	N	
Sumy za semestr: 1			240	120	0	0	360	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	15	0	30	0	45	3	N	
2	KW	Fizyka metali	15	0	30	0	45	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	30	0	0	30	60	5	N	
2	FB	Matematyka 2	30	45	0	0	75	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	15	0	15	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			150	120	75	30	375	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	30	0	15	0	45	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
3	KW	Systemy CAD	15	0	45	0	60	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	30	15	0	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 3			195	75	150	15	435	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	30	0	15	0	45	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	15	0	30	0	45	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	KW	Termodynamika	15	15	15	0	45	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			180	60	135	30	405	27	3	0
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	

5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	30	0	15	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 5			165	60	120	30	375	31	2	0
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KO	Metalurgia procesów spawalniczych	30	0	30	0	60	4	N	
6	KO	Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	30	0	30	0	60	6	T	
6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KO	Projektowanie konstrukcji spawanych	30	0	15	30	75	5	N	
6	KO	Technologie spawalnicze	30	0	30	0	60	6	T	
Sumy za semestr: 6			165	30	120	45	360	29	3	0
7	KO	Badania nieniszczące złączy spawanych	15	0	30	0	45	5	T	
7	KO	Badania niszczące złączy spawanych	30	0	30	0	60	5	N	
7	KO	Obróbka cieplna spoin	30	0	30	0	60	6	T	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	15	15	2	N	
7	KO	Urządzenia i osprzęt spawalniczy	30	0	15	0	45	3	N	
7	KO	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	30	0	0	15	45	5	N	
Sumy za semestr: 7			135	0	105	30	270	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	30	30	12	N	
Sumy za semestr: 8			15	15	0	30	60	29	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1245	480	705	210	2640	240	18	0

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

3.1.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
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	28 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	8 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	372 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	48
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	36 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	10 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	144 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	32
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	118.50 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	9

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	193 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	34
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	290 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=K&K=M&TK=html&S=1148&C=2019>

3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1148&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<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. 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 sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwanymi 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. • 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. 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 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 Cudas 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 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 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 robota Fanuc • 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>	
Badania nieniszczące złączy spawanych	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_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 natrykiwanych 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.</p>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<p>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).</p>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<p>• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.</p>	
Fizyka	K_W02
<p>• Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. • Kinetyka i dynamika</p>	

<p> 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.</p>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
<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 • Elektryczność 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_W03, K_W06, K_U12
<p>• 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i klądy. Obrót dookoła prostej rzutującej. Klądy i podniesienie z klądy. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczenie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (wałcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały 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 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Klądy. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, klądy. Rzuty prostokątne na ściany sześcienu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego // lub rysunku w rzutach prostokątnych.</p>	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<p>• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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>	
Język angielski 1	K_U04
<p>• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaj z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</p>	
Język angielski 2	K_U04
<p>• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</p>	
Język angielski 3	K_U04
<p>• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.</p>	
Język angielski 4	K_U04
<p>• Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przeszłości i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przymiakami. Przeszłości. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przeszłości. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwyczajni ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</p>	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
<p>• Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne różnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki różnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych</p>	
Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15

<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 uchwytywne, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarzki. Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. 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 bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osiekowania i docierania. Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektrochemiczne, 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, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, 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 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. 	K_W01
<p>Matematyka 1</p>	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. 	K_W01
<p>Matematyka 2</p>	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice. 	K_W18
<p>Matematyka 3 (metody numeryczne)</p>	K_W18
<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 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. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	K_W07, K_U06, K_U10
<p>Materiały konstrukcyjne 1</p>	K_W07, K_U06, K_U10
<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 Staliwo i stal niestopowa 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 niestopowa Odlewnicze stopy żelaza 	K_W07, K_U06, K_U10
<p>Materiały konstrukcyjne 2</p>	K_W07, K_U06, K_U10
<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 Obrobka cieplna stopów metali nieżelaznych Stal konstrukcyjna stopowa Stal narzędziowa Stal o szczególnych właściwościach Stopy aluminium Stopy miedzi Stopy niklu i tytanu Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	K_W02, K_W04
<p>Mechanika ogólna 1</p>	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> 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 przesytnione. 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 złożony punktu, rozkład prędkości, 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. Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. Kolokwium nr 1. Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. 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. Ruch złożony punktu. 	K_W02, K_W04
<p>Mechanika ogólna 2</p>	K_W02, K_W04
<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. 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. Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się 	

<p>krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu bryły, przykłady. • 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 pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady. • 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 pędę, przykłady. • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu, energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu bryły, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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 pola. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył. Przykłady</p>	
<p>Mechanika płynów</p>	<p>K_W02, K_W03</p>
<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka 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 Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zwięzła Venturii'ego, kryza ISA, Rotamet. Zasada działania gaźnika i strumieniocy. 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 Francisa. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynolds, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynolds. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulenty. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko 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 nieniuetonowskie. 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 Reynolds. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazu: 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. Zablockowanie przewodu.</p>	
<p>Metalurgia procesów spawalniczych</p>	<p>K_W07</p>
<p>• Spawalnice 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, elektrodozwołowego, 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 struktury złączy spawanych. • Analityczne określanie struktury spoin z wykorzystaniem oprogramowania MATSPAW. • Rodzaje topników spawalniczych i ich wpływ na właściwości spoin.</p>	
<p>Metrologia i systemy pomiarowe</p>	<p>K_W08</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 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 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 współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.</p>	
<p>Napędy i sterowanie maszyn</p>	<p>K_W15</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 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. 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 silnikami 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>Naprężenia i odkształcenia spawalnicze</p>	<p>K_W07</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 skurczu poprzecznego. • Wyznaczenie wartości odkształceń połączeń spawanych blach stalowych spawanych gazowo, łukowo elektrodami otulonymi w atmosferze gazów.</p>	
<p>Obróbka cieplna spoin</p>	<p>K_W07</p>
<p>• Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyżarzania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. • Mechanizm relaksacji naprężeń. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. • Wpływ wyżarzania odprężającego na właściwości stali. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzające w zakresie dwufazowym. • Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w podwyższonej temperaturze. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. • Wyżarzanie odprężające złączy spawanych. • Wpływ wyżarzania na zmiany twardości złączy spawanych.</p>	
<p>Ochrona własności intelektualnej</p>	<p>K_W17</p>
<p>• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. Procedury zgłoszeniowe uzyskania</p>	

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	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkownika. 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 użytkownika i obsługi maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu. 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. 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. • Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe 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 gwincie i powierzchni oporowej. Zyskowność, samohamowność i sprawność połączeń gwintowych. Obliczenia wytrzymałościowe śrub. Zasady konstrukcji połączeń gwintowych. • Konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe połączeń wpustowych, klinowych, wielowypustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podatne • Przewody rurowe i ich połączenia, zawory. • Przeniesienie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów. • Łożyskowanie osi i wałów. Łożyska ślizgowe i toczne. Konstrukcja łożysk ślizgowych i tocznych. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk tocznych. Żywotność i dobór łożysk tocznych. • Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła przymusowe. Dobór i obliczanie sprzęgieł. • Hamulce, ich rodzaje, cel stosowania i podstawy obliczania. • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy 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 zadanego 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. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> Napędy. Przenieszenie 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 ząbienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatach. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunienia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcja technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcja P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcja kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach 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. Korekcja kół stożkowych. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i koła ślimakowego. • Prędkość ślizgania zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność ząbienia i sprawność całkowita przekładni. Korekcja koła ślimakowego i odległości osi po korekcji. • 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 cięgnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowej. • Podstawy teorii tarcia i zużycia maszyn • 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 zakładkowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywotność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła 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 kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe 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 "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 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 złożeniowego oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. 	
Podstawy MES	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES. 	

Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań Chwytaaki: klasyfikacja chwytaaków, chwytaaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaaków Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczanie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja 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 	
Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Poznananie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych 	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta 	
Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki 	
Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki Poznanie organizacji ogólnego zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie 	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W06
<ul style="list-style-type: none"> 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 	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania Przeгляд technik CAX Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D Modelowanie obiektowe Modelowanie parametryczne Modelowanie hybrydowe Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych Techniki RP Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej Projektowanie współbieżne Integracja systemów CAD/MES Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD Element typu kostka Element typu płytka Element typu foremka Element typu tulejka Element typu wspornik Element typu dźwignia Element typu złączka Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego) Zespół: Wyciskacz Zespół: Wał maszynowy Zespół: Zespół sprzęgłowy Zespół: Rolka Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe Czas maszynowy i czas skrawania Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrabianej w procesie toczenia Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka, kinematyka Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic Ostrzenie narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów Geometria ostrzy narzędzi skrawających Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego Pomiar temperatury w procesie skrawania Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania 	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych.. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-wzorniki. Topienie w piecu elektrycznym. Zalwanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów. Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe. Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy. 	
Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W03, K_U14
<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 rodmuchem, 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 lepkością przystych 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	
Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
• 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	
Technologia informacyjna 1	K_W03
• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawy programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google	
Technologia informacyjna 2	K_U05
• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwo mechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego	
Technologie spawalnicze	K_W07
• Spawanie gazowe. Cięcie metali i stopów: rodzaje i metody, charakterystyka zastosowanie. • Spawanie elektrodą otuloną, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukowe w osłonach gazowych. Spawanie metodą GTAW, spawanie metodą GMAW, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie elektrodożłowe 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. • Spawanie gazowe. Cięcie gazowe i plazmowe. • Spawanie i napawanie elektrodami otulonymi. • Spawanie GTAW. • Spawanie GMAW. • Zgrzewanie elektryczne zvarciowe i punktowe. • Lutowanie miękkie i lutowanie twarde. • Pomiary geometrii spoin.	
Termodynamika	K_W02, K_W03
• 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 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, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżania. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 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. Kontrola procesu spalania. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierno, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, atermicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni 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 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 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.	
Urządzenia i osprzęt spawalniczy	K_W10
• Źródła prądu do spawania łukowego ręcznego elektroda otuloną, GTA oraz do spawania zmechanizowanego. • Napędy hydrauliczne, pneumatyczne i elektryczne. Urządzenia do spawania półautomatycznego i automatycznego GMA, GTA, łukiem krytym, elektrodożłowego, plazmowego, elektronowego i laserowego. • Urządzenia do zgrzewania elektrycznego oporowego. Urządzenia do natryskiwania cieplnego i do napawania łukowego. Urządzenia do lutowania twardego i miękkiego. Urządzenia do cięcia termicznego. • Mechanizacja stanowisk spawalniczych. Układy sterowania spawalniczych stanowisk zmechanizowanych i zautomatyzowanych. Budowa spawalniczych robotów przemysłowych i elementy składowe zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. • Metody programowania robotów spawalniczych oraz zakres zastosowania. Przyrządy, stoły, obronki i uchwyty spawalnicze. Odciągi dymów spawalniczych. • Pomiary parametrów elektrycznych i mechanicznych urządzeń spawalniczych. • Zapoznanie z budową i obsługą podstawowych urządzeń do spawania i zgrzewania.	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę	

nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<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 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. • Pręty silnie zakrzywione. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • 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. • Kolokwium nr 2 • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne. • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne. • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Tensometria optyczna. • Modelowe badania elastooptyczne. • Zaliczenie.</p>	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W07
<p>• 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 łukowym. Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO2 Zużycie drutu elektrodowego i topnika przy spawaniu łukiem krytym. Zużycie gazów przy cięciu tlenem. Zużycie energii elektrycznej prądu stałego i przemiennego. Czasy spawania, zgrzewania, lutowania, napawania oraz czasy cięcia. • Obliczanie czasu głównego i określenie pozostałych czasów. Kalkulacja kosztów procesów spawania, zgrzewania, lutowania i napawania oraz cięcia termicznego. • Obliczeniowe i empiryczne metody określania parametrów procesów spawalniczych. Wskaźniki techniczne oceny procesu spawalniczego. Prace naprawcze.</p>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<p>• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem: Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R, 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystszej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia. Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2015 Struktura dokumentacji Polityka Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS: EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czysta Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietywanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzanie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie</p>	

3.2. I - Inżynieria technologii specjalnych, 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.	150 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.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	152 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	107 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 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;
- rozwiniecie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1146&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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	

1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	30	0	0	0	30	2	N	
1	FB	Matematyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	30	0	0	0	30	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	15	0	0	0	15	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	1	N	
Sumy za semestr: 1			240	120	0	0	360	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	15	0	30	0	45	3	N	
2	KW	Fizyka metali	15	0	30	0	45	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	30	0	0	30	60	5	N	
2	FB	Matematyka 2	30	45	0	0	75	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	15	0	15	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			150	120	75	30	375	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	30	0	15	0	45	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
3	KW	Systemy CAD	15	0	45	0	60	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	30	15	0	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 3			195	75	150	15	435	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	30	0	15	0	45	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	15	0	30	0	45	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	KW	Termodynamika	15	15	15	0	45	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			180	60	135	30	405	27	3	0
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	30	0	15	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 5			165	60	120	30	375	31	2	0
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	KO	Krystalizacja metali i stopów	30	0	30	0	60	5	N	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KO	Materiały stosowane w przemyśle zbrojeniowym	30	0	30	0	60	6	T	
6	KO	Obróbka cieplna i ciepno-chemiczna	30	0	30	0	60	6	T	

6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KO	Specjalne technologie odlewnicze	30	0	30	0	60	4	N	
Sumy za semestr: 6			165	30	135	15	345	29	3	0
7	KO	Badania nieniszczące	15	0	30	0	45	4	T	
7	KO	Badania właściwości materiałów metalicznych	15	15	0	0	30	3	N	
7	KO	Badania właściwości warstw powierzchniowych	15	0	15	0	30	4	T	
7	KW	Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej	15	0	0	30	45	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	15	15	2	N	
7	KO	Specjalne technologie spajania metali	30	0	30	0	60	4	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	15	0	15	0	30	3	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	15	0	15	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 7			120	15	105	45	285	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	30	30	12	N	
Sumy za semestr: 8			15	15	0	30	60	29	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1230	495	720	195	2640	240	18	0

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

3.2.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	50 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	387 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	50
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	45 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	11 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	149 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	33
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte 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	127.50 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	120 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	35
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	316 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1146&C=2019>

3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://rrk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1146&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<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. 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 sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwanymi 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 płazo 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. 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 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 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 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 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 robota Fanuc • 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>	
Badania nieniszczące	K_W08
<p>• 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</p>	
Badania właściwości materiałów metalicznych	K_W07
<p>• Struktura materiałów metalicznych: metalografia, podstawowe metody mikroskopowe, makroskopowe oraz faktograficzne stosowane do oceny struktury; zastosowanie, metodyka i aparatura badawcza. • Właściwości mechaniczne materiałów metalicznych: • właściwości określane metodami badań statycznych; próba rozciągania, ściskania, zginania, • twardość; statyczne próby twardości, • udarność; właściwości wyznaczone w próbach udarowych, • wytrzymałość zmęczeniowa; próby zmęczeniowe. • Metody oceny plastycznego odkształcania materiałów metalicznych pod stałym obciążeniem; wysokotemperaturowe pełzanie. • Obciążenia cieplne; metody określenia wpływu obciążeń cieplnych • Korozja; wpływ i ocena efektów oddziaływania cieczy na powierzchnię materiałów metalicznych. Zjawisko kawitacji; wpływ kawitacji na powierzchnię materiałów metalicznych. • Badania metalograficzne materiałów metalicznych. • Badania własności mechanicznych i plastycznych materiałów metalicznych. • Badania odporności na zużycie ścierne i współczynnika tarcia. • Badania wytrzymałości na wysokotemperaturowe pełzanie. • Badania odporności na korozję w środowisku cieczy.</p>	
Badania właściwości warstw powierzchniowych	K_W07
<p>• Ogólna klasyfikacja warstw powierzchniowych. • Klasyfikacja warstw powierzchniowych ze względu na zastosowanie. • Warstwy wierzchnie i powłoki. • Metody konstytuowania warstw powierzchniowych. • Budowa warstw powierzchniowych. • Właściwości warstw powierzchniowych: mikro-twardość, odporność na zużycie tribologiczne, ocena grubości i przyczepności powłok. • Badania metalograficzne warstw powierzchniowych. • Badania mikro-twardości warstw powierzchniowych. • Badania grubości powłok. • Ocena przyczepności powłok próba zarysowania "scratch test".</p>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<p>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).</p>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<p>• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.</p>	
Fizyka	K_W02
<p>• 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.</p>	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
<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</p>	

elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • 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 • 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_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzn, 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 kłady. Obrót dookoła 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 obrotowe (wałcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • 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 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Klady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na ściany sześcienu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/ lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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. 	
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenia • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinie. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie. Zwycaj z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. 	
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książki • Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. 	
Język angielski 3	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Plany na przyszłość. Optyzmizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. 	
Język angielski 4	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przeszłości i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przeszłości. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przeszłości. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. 	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne różnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki różnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych 	
Krystalizacja metali i stopów	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> Zagadnienia ogólne. Pojęcie równowagi. Siła pędna i równowagowa temperatura krystalizacji. Energia swobodna faz. • Wykresy fazowe. • Zarodkowanie kryształów. • Wzrost kryształów jako proces atomowy. • Segregacja składnika, normalna krystalizacja stopów, topienie strefowe, krystalizacja z konwekcyjnym i bezkonwekcyjnym mieszaniami kapepli. • Topienie strefowe. Krystalizacja i klasyfikacja eutektyk. • Krystalizacja komórkowa, dendrytyczna, perytektyczna. Szybka krystalizacja. • Kształtowanie pierwotnej struktury odlewów. • Badanie punktów przełomowych krzepnięcia stopów, krzywych chłodzenia. • Wpływ oddziaływania ochładzalników na głębokość zabielenia odlewów żelwnych. • Próba lejnoci stopów odlewniczych. • Badania metalograficzne eutektyk. • Badania twardosci odlewów. 	

Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
<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 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, Gwinciarzki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. • Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarzki. • 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 bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osełkowania 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, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, 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, 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 1	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklotomiczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczb zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodne funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. 	
Matematyka 2	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice. 	
Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
<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 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. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych. 	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<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 • Staliwo 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 	
Materiały konstrukcyjne 2	K_W07, K_U06, K_U10
<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 	
Materiały stosowane w przemyśle zbrojeniowym	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> Ogólny podział i charakterystyka materiałów stosowanych do wytwarzania uzbrojenia: stale stopowe i nanokrystaliczne, stopy metali nieżelaznych, materiały ceramiczne, wyroby z proszków spiekanych, materiały kompozytowe. • Obróbka cieplna i cieplno - chemiczna elementów uzbrojenia: ulepszanie cieplne, obróbka cieplna z wymrażaniem, obróbka cieplno - chemiczna (technologia tenifer). • Panczerze ceramiczne. CAWA i CAWA - 1NA. • Panczerze reaktywne, aktywne i wielowarstwowe typu CAWA - 2. • Ulepszanie cieplne stali konstrukcyjnej. • Wpływ temperatury obróbki cieplnej podzerowej (wymrażania) na twardość stali. • Patentowanie stali. • Badania strukturalne węglików spiekanych. 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04
<ul style="list-style-type: none"> 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 przesytnione. • 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. • 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 złożony punktu, rozkład prędkości, 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. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor 	

<p> ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości. • Ruch złożony punktu.</p>	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
<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 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. • 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. • 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. • 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. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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</p>	
Mechanika płynów	K_W02, K_W03
<p>• 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 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. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwięzka 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 maszyn wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyny 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, Mach, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. 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. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny 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. 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. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatywny i izotermiczny. Zabłokowanie przewodu.</p>	
Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej	K_W18
<p>• Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie • Zaawansowane modelowanie 3D, tworzenie dokumentacji technicznej • Tworzenie modeli złożów zespołów maszynowych metodami od góry i od dołu, Tworzenie dokumentacji technicznej zespołów • Przygotowanie, export i import danych do i z systemów CAx • Stosowanie narzędzi projektowania funkcjonalnego do projektowania zespołów maszynowych • Tworzenie konstrukcji spawanych w środowisku CAD-Inventor • Wykonywanie analiz wytrzymałościowych nieskomplikowanych zespołów z użyciem MES</p>	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
<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. • Pomiary wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiary odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiary chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.</p>	
Napędy i sterowanie maszyn	K_W15
<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 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. 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 cieplna i cieplno-chemiczna	K_W05
<p>• Podstawy teoretyczne i klasyfikacja przemian fazowych w stopach żelaza i stopach metali nieżelaznych: przemiany podczas nagrzewania, przemiany podczas chłodzenia, przemiana bainityczna i martenzytyczna, przemiany podczas odpuszczania martenzytu. • Hartowność stali i metody jej określenia: średnica krytyczna i intensywność chłodzenia, hartowność jako kryterium doboru stali konstrukcyjnej. • Technologia obróbki cieplnej konwencjonalnej: rodzaje wyżarzania, hartowanie objętościowe wyrobów stalowych, patentowanie, ulepszanie i utwardzanie cieplne. • Obróbka cieplna narzędzi • Obróbka cieplna metali nieżelaznych. • Technologia obróbki cieplno - chemicznej: nawęglanie, azotowanie, borowanie, aluminowanie i chromowanie. • Wpływ temperatury austenitowania stali na rozmiar ziarn austenitu. • Badanie hartowności stali. • Badanie przebiegu odpuszczania stali konstrukcyjnej węglowej i stali konstrukcyjnej stopowej. • Nawęglanie stali i obróbka cieplna wyrobów nawęglonych. • Badanie wpływu temperatury i czasu nawęglania na głębokość warstwy.</p>	

Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<ul style="list-style-type: none"> • 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 	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • 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 eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. 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 obsługiwania maszyny 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. 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. 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. • Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. 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. 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. 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 zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreślną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<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 zębatych. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa ząbienia. Zarys sprężyni. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunienia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcja technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcja P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcja kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach 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. Korekcja kół stożkowych. rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i koła ślimakowego. • Prędkość ślizgania zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność ząbienia i sprawność całkowita przekładni. Korekcja koła ślimakowego i odległości osi po korekcji. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie cięgnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni cięgnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowej. • Podstawy teorii tarcia i zużycia maszyn • 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 zakładkowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywotność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatych i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium - temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe kół zębatych i przekładni zębatych. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła 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. 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. 	

Podstawy MES	K_W18
• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
• Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytaaki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczenie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości • Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja • 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	
Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	K_K01, K_K03, K_K04
• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta	
Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki	
Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki • Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie	
Specjalne technologie odlewnicze	K_W05
• Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach zimnokomorowych • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach gorąckomorowych • Nowoczesne stanowiska przygotowania ciekłego metalu • Grawitacyjne odlewanie kokilowe stopów aluminium • Odlewanie niskociśnieniowe. Wytwarzanie rdzeni metodą Hot box i Cold box • Odlewanie precyzyjne. Stanowisko przygotowania zestawu modelowego • Odlewanie precyzyjne. Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form ceramicznych • Projektowanie układów wlewowych. Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.	
Specjalne technologie spajania metali	K_W05
• Klasyfikacja i charakterystyka procesów spawania i procesów pokrewnych (zgrzewania, lutowania, napawania i klejenia). • Przetwarzanie energii do celów spajalnych (nagrzewanie płomieniem acetylenowo - tlenowym, nagrzewanie łukiem elektrycznym, skoncentrowanym strumieniem światła, wiązką elektronową, nagrzewanie tarciove). • Stale na konstrukcje spawane (stale niestopowe, stopy stopowe, stopy stopowe specjalne). • Metale nieżelazne stosowane na konstrukcje spajane (stopy niklu i kobaltu, stopy miedzi, stopy aluminium i inne metale). • Spawalność tworzyw metalicznych i jej cechy. • Specjalne technologie lutowania, zgrzewania i klejenia metali. • Badanie sprawności cieplnej łuku elektrycznego argonowego i helowego. • Wpływ parametrów spawania stali austenitycznej chromowo - niklowej na zawartość ferrytu delta w złączach spawanych. • Spawanie płomieniem acetylenowo - tlenowym. • Badania wizualne wpływu parametrów zgrzewania punktowego na jakość zgrzein. • Badania makroskopowe i pomiary twardości złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych.	
Systemy CAD	K_W18
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych • Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania • Przegląd technik CAx • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD • Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D • Modelowanie obiektowe • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych • Techniki RP • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej • Projektowanie współbieżne • Integracja systemów CAD/MES • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD • Element typu kostka • Element typu płytka • Element typu foremka • Element typu tulejka • Element typu wspornik • Element typu dźwignia • Element typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego) • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Wał maszynowy • Zespół: Zespół sprzęgłowy • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania. • Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła. • Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych. • Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona. • Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania; • Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe. • Czas maszynowy i czas skrawania • Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciagaczy; jakość powierzchni. • Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy. • Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem. • Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie. • Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu. • Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia. • Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce. • Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka. • Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. • Ostrzenie narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertła, noży tokarskich i frezów. • Geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów. • Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego • Pomiar temperatury w procesie skrawania • Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
• Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych.. • Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-wzorniki. • Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów. • Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe. • Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.	

Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W03, K_U14
<p>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkością wyrobów 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</p>	
Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<p>• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</p>	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
<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 uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową tocznego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	
Technologia informacyjna 1	K_W03
<p>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</p>	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<p>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszyc czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwo mechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</p>	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	K_W05
<p>• Ogólna klasyfikacja powierzchni • Struktura geometryczna powierzchni • Wpływ warstwy wierzchniej na własności użytkowe części maszyn • Kształtowanie warstw powierzchniowych metodami obróbki ubytkowej i bezubytkowej • Wybrane metody strukturyzowania powierzchni • Tarcie i zużycie warstw powierzchniowych • Zajęcia organizacyjne, zapoznanie z laboratorium, BHP • Pomiary i obserwacje SGP po toczeniu • Pomiary i obserwacje SGP po szlifowaniu • Pomiary i obserwacje SGP po nagniataniu tocznym • Pomiary i obserwacje SGP po nagniataniu ślizgowym • Pomiary i obserwacje SGP po gładzeniu • Pomiary i obserwacje SGP po strukturyzowaniu powierzchni</p>	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	K_W05
<p>• Warstwy powierzchniowe, powłoki, warstwy wierzchnie i ich ogólna klasyfikacja. • Materiały stosowane na powłoki napawane i natryskiwane cieplnie. • Spawalnictwo technologiczne nakładania powłok, napawanie gazowe, napawanie łukiem elektrycznym spawalniczym. • Napawanie laserowe. • Napawanie tarciove i wybuchowe. • Technologie natryskiwania cieplnego płomieniowego, łukowego i plazmowego. • Odlewnictwo technologiczne wytwarzania warstw wierzchnich. Wytwarzanie warstw wierzchnich metodą obróbki cieplnej i cieplno - chemicznej. • Badanie głębokości zabeleń warstwy wierzchniej odlewów żeliwnych. • Natryskiwanie plazmowe powłok. • Badanie twardości powłok i warstw wierzchnich. • Napawanie gazowe powłok. • Badania metalograficzne powłok i warstw wierzchnich.</p>	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<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, 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, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 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. Kontrola procesu spalania. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierne, egzergia źródła substancji. Ocena dławienia, atermicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni 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; 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 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 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. Wyznaczenie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.</p>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04

• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. • Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-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 • 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. • Pręty silnie zakrzywione. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta. • Zginanie proste – wykresy momentów tnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Kolokwium nr 2 • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne. • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne. • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Tensometria optyczna. • Modelowe badania elastooptyczne. • Zaliczenie.	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem; Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R, 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystszej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2015 Struktura dokumentacji Polityka Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania Środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS; EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czysta Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietywanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzanie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie	

3.3. K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie, 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.	147 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.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	157 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	107 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 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;
- rozwińnięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1144&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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego	30	0	0	0	30	2	N	

		zastosowania								
1	FB	Matematyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	30	0	0	0	30	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	15	0	0	0	15	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	1	N	
Sumy za semestr: 1			240	120	0	0	360	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	15	0	30	0	45	3	N	
2	KW	Fizyka metali	15	0	30	0	45	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	30	0	0	30	60	5	N	
2	FB	Matematyka 2	30	45	0	0	75	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	15	0	15	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			150	120	75	30	375	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	30	0	15	0	45	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
3	KW	Systemy CAD	15	0	45	0	60	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	30	15	0	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 3			195	75	150	15	435	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	30	0	15	0	45	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	15	0	30	0	45	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	KW	Termodynamika	15	15	15	0	45	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			180	60	135	30	405	27	3	0
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	30	0	15	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 5			165	60	120	30	375	31	2	0
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KW	Przygotowanie i organizacja produkcji	30	0	30	15	75	6	T	
6	KW	Systemy CAM 1	15	0	30	0	45	4	N	
6	KW	Zastosowania MES w technologii maszyn	15	0	45	0	60	6	T	
6	KW	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	30	0	0	30	60	5	N	
Sumy za semestr: 6			135	30	120	60	345	29	3	0

7	KW	Modelowanie procesów produkcyjnych	15	0	30	0	45	4	N	
7	KW	Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe	15	0	45	0	60	6	T	
7	KW	Oprzężowanie technologiczne	15	0	0	30	45	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Produkcja odchudzona	15	0	30	0	45	5	T	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	15	15	2	N	
7	KW	Systemy CAM 2	0	0	30	0	30	3	N	
7	KW	Systemy komputerowe w praktyce inżynierskiej	15	0	0	30	45	3	N	
Sumy za semestr: 7			75	0	135	75	285	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	30	30	12	N	
Sumy za semestr: 8			15	15	0	30	60	29	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1155	480	735	270	2640	240	18	0

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

3.3.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	11
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	21 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	2 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	409 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	33 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)	144 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	31
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte 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	118.50 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	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	195 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	28
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	233 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1144&C=2019>

3.3.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1144&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
• 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 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 obsługiwanyymi 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 (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 niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproksymacja 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 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 i 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 robota Fanuc • 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

Chemia ogólna 1 | K_W02

• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekroju. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).

Chemia ogólna 2 | K_W02

• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.

Fizyka | K_W02

• 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 metali | K_W02, K_U06

• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały

Grafika inżynierska 1 | K_W03, K_W06, K_U12

• 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości 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 kłady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczenie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościanny. Rzuty wielościannów. Przekroje wielościannów. Przenikanie wielościannów. Powierzchnie obrotowe (wałkowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościannami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciannu. 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 częśćA: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześciannu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego // lub rysunku w rzutach prostokątnych.

Grafika inżynierska 2 | K_W03, K_W06, K_U12

• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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.	
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępności, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. 	
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Usłyszenie. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. 	
Język angielski 3	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i wymyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. 	
Język angielski 4	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> Rytuály i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Prześpiewstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Prześpiewstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Prześpiewstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. 	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne różnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki różnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych 	
Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
<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 uchwytoe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarzki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. • 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 szlifierek, 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 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, 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, 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 1	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. 	
Matematyka 2	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice. 	

Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
<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. 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. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.</p>	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<p>• 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 • 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 2	K_W07, K_U06, K_U10
<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>	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04
<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 przesytnione. • 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 liniowego ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątownego ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości, 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. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • 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. • Ruch złożony punktu.</p>	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
<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 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. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczonego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • 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 • 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 • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczonego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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</p>	
Mechanika płynów	K_W02, K_W03
<p>• 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 Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu - równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwięzka 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. 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 maszyny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francisza. 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: Reynoldsza, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. 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. Reynoldsowsko 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. Pływy nienuitonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przysciennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu.</p>	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
<p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancji geometrycznych. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. •</p>	

<p>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. • Pomiary wymiarów i odchyłek kształtu prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiary odchyłek kierunku, położenia i bicia prostych elementów geometrycznych wyrobów. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie gwintu. • Pomiary odchyłek złożonych elementów geometrycznych na przykładzie koła zębatego. • Statystyczna kontrola procesu wytwarzania wyrobu na wybranym przykładzie. • Pomiary chropowatości powierzchni na wybranym przykładzie. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.</p>	
<p>Modelowanie procesów produkcyjnych</p>	<p>K_W05</p>
<p>• Cele modelowania procesów produkcyjnych. Dyskretne systemy produkcyjne jako obiekt modelowania. Klasyfikacja procesów produkcyjnych. Przegląd metod modelowania procesów produkcyjnych. Systematyka 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 reprezentacje 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 Petriego. Podstawowe definicje. Analiza kolorowych sieci Petriego. Przykłady zastosowań do modelowania wieloasortymentowych systemów produkcyjnych. • Modele systemów masowej obsługi. Podstawowe pojęcia teorii masowej obsługi (strumień zgłoszeń wejściowy, rozkład czasów obsługi zgłoszeń, proces obsługi, regulamin kolejki. Łańcuchy Markowa. Sieci kolejkowe otwarte i zamknięte. Wielkości opisujące własności sieci kolejkowych. Modelowanie i analiza dyskretnych systemów produkcyjnych za pomocą sieci kolejkowych. • Modele macierzowe systemów produkcyjnych. Zasady opracowania modeli macierzowych. Zastosowanie modeli macierzowych w sterowaniu ESP. Związek pomiędzy siecią Petri a modelem macierzowym. • Zasady symulacji komputerowej. Symulacja z ustalonym taktem czasowym oraz symulacja zdarzeniowa. Podstawowe etapy budowy modelu symulacyjnego. Implementacja symulacji komputerowej systemów zdarzeń dyskretnych. • Modelowanie elastycznych systemów produkcyjnych. Harmonogramowanie w systemach elastycznych. Planowanie i sterowanie produkcją. Modelowanie systemów zrobotyzowanych. • Zastosowanie technologii sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Systemy ekspertowe. Inteligentne systemy wspomaganie decyzji w sterowaniu i zarządzaniu systemami produkcyjnymi. • Logika rozmyta w systemach sterowania ESP. Zasady modelowania i możliwości zastosowań. Rozmyte sieci Petri. • Modelowanie i symulacja kolejności montażu za pomocą teorii grafów. • Identyfikacja parametrów modelu systemu. Typy procesów produkcyjnych: liniowe, grupowe, redundancjne, współbieżne. Opis dynamiki procesów: procesy potokowe i cykliczne. Opis systemów produkcyjnych za pomocą sieci „warunków- zdarzeń” • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą aparatu sieci Petri. Model analityczny: funkcje wejść, wyjść, macierz incydencji, znakowanie początkowe. Dynamika wykonania sieci Petri, graf znakowań osiągalnych. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Opis poszczególnych operacji technologicznych za pomocą modeli sieciowych. Modelowanie procesów technologicznych obróbki i montażu. Optymalizacja rozwiązań technologicznych. Analiza i ocena modeli czasowych sieci Petri. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Ocena wydajności systemów produkcyjnych za pomocą czasowych sieci Petri. • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą sieci kolejkowych z wykorzystaniem Enterprise Dynamics. Modelowanie elastycznych systemów i zrobotyzowanych. • Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Opracowanie aplikacji do komputerowego wspomaganie harmonogramowania zadań w systemach produkcyjnych. Modelowanie rozmyte z zastosowaniem pakietu Fuzzy Logic Toolbox for Matlab. • Zaliczenie</p>	
<p>Napędy i sterowanie maszyn</p>	<p>K_W15</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 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 serwonapędów 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>Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe</p>	<p>K_W09</p>
<p>• Wprowadzenie do CNC: porównanie obrabiarek konwencjonalnych, NC, CNC; układy sterowania NC; cechy charakterystyczne obrabiarek NC; wymagania stawiane obrabiarkom CNC; zalety obrabiarek CNC; punkty charakterystyczne obrabiarki CNC. Sterowanie obrabiarek: układ otwarty, zamknięty; regulacja; rodzaje sterowania układów CNC; interpolacja; układy sterowania. • Modułowa budowa obrabiarek: istota i zasady budowy modułowej; aspekty modułowej budowy obrabiarek; obrabiarki przekształcalne; dokładność geometryczna i dokładność pozycjonowania; sztywność statyczna obrabiarek; drgania w obrabiarkach; stabilność termiczna; obrabiarka sterowana numerycznie jako obiekt mechatroniczny. • Elementy, mechanizmy i komponenty obrabiarek: korpusy obrabiarek; połączenia przewodnicowe. • Napędy główne: wymagania i klasyfikacja napędów głównych w obrabiarkach; wrzeciona obrabiarek – podstawowe wymagania; łożyskowanie wrzecion; Mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; wrzecienniki – zespoły wrzecionowe; elektrowrzeciona. • Napędy ruchu posuwowego: klasyfikacja i charakterystyka napędów ruchu posuwowego; mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; przekładnie przekształcające ruch obrotowy na postępowy. Elektryczne układy napędowe, układy sensoryczne: układy napędowe prądu stałego; układy napędowe prądu przemiennego; cyfrowe układy napędowe; układy sensoryczne. • Klasyfikacja, budowa i rozwiązania konstrukcyjne narzędzi. Odmiany konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania. • Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki • Ustawianie obrabiarek - ustawianie frezarki • Pomiary dokładności obrabiarek CNC z wykorzystaniem urządzeń diagnostycznych. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Projektowanie napędu głównego obrabiarki CNC. • 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. • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Ekonomia eksploatacji narzędzi składanych; cel, wymogi i ekonomika stosowania systemów narzędziowych; kodowanie i identyfikacja narzędzi, zarządzanie danymi narzędziowymi w produkcji.</p>	
<p>Ochrona własności intelektualnej</p>	<p>K_W17</p>
<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>	
<p>Oprzyrządowanie technologiczne</p>	<p>K_W05</p>
<p>• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Oprzyrządowanie technologiczne – podział, zalety stosowania, zagadnienia bazowania i oznaczania elementów ustalających i mocujących. Przegląd obrabiarek ze zwróceniem uwagi na wyposażenie standardowe i specjalne oraz opis konstrukcji stołów i wrzecion. Rozwiązania konstrukcyjne stołów i końcówek wrzecion obrabiarek. Elementy uchwytów obróbkowych, zasady ustalania, ustalanie płaszczynami. Ustalanie powierzchniami walcowymi zewnętrznymi i wewnętrznymi, powierzchniami kształtowymi. Elementy mocujące uchwytów, zamocowania gwintowe, klinowe, mimośrodowe i krzywkowe. Elementy ustalające i prowadzące narzędzia, elementy i mechanizmy podziałowe. Uniwersalne oprzyrządowanie technologiczne, automatyzacja oprzyrządowania, uniwersalne przyrządy składane UPS, systemy pozycjonujące. Systemy mocowania narzędzi, kompleksowe systemy budowy maszyn. • Omówienie cech uchwytów specjalnych, prezentacja uchwytów. Omówienie ogólnych zasad projektowania uchwytów obróbkowych, przedstawienie przykładu praktycznego. Wydanie tematów projektów. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.</p>	
<p>Podstawy eksploatacji i niezawodności</p>	<p>K_W10, K_U09, K_U12, K_K05</p>
<p>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego</p>	

składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. 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 obsługiwanie maszyny technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.

Podstawy elektrotechniki i elektroniki

K_W03

• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. 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. • Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11

• Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. 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 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 toczone. Konstrukcja łożysk ślizgowych i toczych. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk toczych. Żywość i dobór łożysk toczych. • Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła przymusowe. 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 znormalizowane, wykonać rysunki wykonawcze trzech wskazanych przez prowadzącego części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchylek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreślną - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11

• 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 kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunęcia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcja technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcja P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępca i graniczna liczba zębów. Korekcja kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach wchrowatych, ich geometria i kinematyka. Przełożenie, prędkości ślizgania i zakres stosowania tych przekładni. • Przekładnie stożkowe z kołami o zębach prostych i skośnych. Zastępca i graniczna liczba zębów. Wymiary geometryczne kół stożkowych. Korekcja kół stożkowych. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i koła ślimakowego. • Prędkość ślizgania zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność ząbień i sprawność całkowita przekładni. Korekcja koła ślimakowego i odległości osi po korekcji. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatych walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie cięgnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni cięgnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. Projektowanie przekładni łańcuchowych. • Podstawy teorii tarcia i zużycia maszyn • 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 zakładkowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium - temat 4: Łożyska toczone. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywość łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatych i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium - temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe kół zębatych i przekładni zębatych. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgło 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 obliczenia kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Dobrać łożysk toczych 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_W18

• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.

Podstawy robotyki

K_W03, K_U09

• Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów; podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyka robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami,

podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczanie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości • Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja • 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	
Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	K_K01, K_K03, K_K04
• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta	
Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki	
Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki • Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji i metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie	
Produkcja odchudzona	K_W12
• Istota zarządzania Lean Manufacturing, zasady szczupłej produkcji, szczupłe praktyki wytwarzania. Charakterystyka wybranych narzędzi LM (TQM, kanban, Jidika, Andon, Chaku-chaku). • Zarządzanie wizualne w systemach produkcyjnych. • Zarządzanie przestrzenią roboczą z wykorzystaniem metody 5S • Kompleksowe utrzymanie maszyn TPM. Wskaźnik OEE. • Redukcja czasów przeobrażenia maszyn technologicznych - metoda SMED. • Zapobieganie błędom - Poka Yoke. System ZQC • Metoda 3P (Production, Preparation and Process). Projektowanie linii U-kształtnych. • Mapowanie strumienia Wartości VSM	
Przygotowanie i organizacja produkcji	K_W12
• Istota zarządzania produkcją i usługami. Definicje pojęć: zarządzanie, produkcja, usługi. Cele i zadania zarządzania produkcją – jakość, niezawodność, konkurencyjność. Fazy rozwoju zarządzania produkcją i usługami. • Charakterystyka systemu produkcyjnego. Definicja systemu. Struktura systemu produkcyjnego. Otoczenie systemu produkcyjnego. Produktowność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktywności. Metody oceny produktywności. • Wektor wejścia i wyjścia systemu produkcyjnego. Charakterystyka czynników produkcji (przedmiotów pracy, środków pracy, zasobów ludzkich, energii) oraz produktów (wyrobów, usług, odpadów, wyrobów niezgodnych-braków). • Procesy transformacji zachodzące w systemach produkcyjnych. Proces przygotowania produkcji (projektowanie wyrobu, projektowanie i wybór procesu technologicznego, lokalizacja przedsiębiorstwa, rozmieszczenie obiektów), proces wytwarzania, proces dystrybucji. Charakterystyka elementów składowych podstawowego procesu wytwarzania. Klasyfikacja i charakterystyka przemysłowych procesów wytwarzania. Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. Metody skracania cyklu wytwarzania (przebieg szeregowy, szeregowo-równoległy, równoległy asynchroniczny, równoległy synchroniczny). Zarządzanie zapasami. Zapasy produkcji w toku. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej. Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska robocze i modułu produkcyjnego. Struktury produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Projektowanie systemów produkcyjnych. Wybór wyposażenia i obsługa eksploatacyjna. • Prognozowanie popytu. Planowanie i sterowanie produkcją i realizacją usług. Zasady planowania produkcji (sterowanie ilością lub terminami). Sterowanie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe. Normatywy sterowania przepływem produkcji. Analiza przepływu produkcji – metody symulacyjne i analityczne. Zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi i harmonogramowanie. • 7. Współczesne metody i systemy zarządzania produkcją i usługami. Logistyczne zarządzanie produkcją (systemy MRP/ERP – komputerowe wspomaganie zarządzania produkcją i usługami, JIT - strategia produkcji „Dokładnie na czas”, OPT - zarządzanie wąskimi gardłami). Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy. Odchudzone wytwarzanie (Lean Manufacturing). Założenia koncepcji Lean Manufacturing. Metody diagnozowania i usprawniania procesów produkcyjnych. Mapowanie strumienia wartości. • Projekt systemu produkcyjnego. Obliczanie optymalnej liczebności partii produkcyjnej. Dla systemów pracy dwuzmianowej bilansowanie zapotrzebowania na zdolności produkcyjne (wyznaczanie liczby stanowisk roboczych, liczby pracowników). Opracowanie harmonogramu pracy komórki produkcyjnej. Dobór wyposażenia technologicznego i obliczanie powierzchni komórki produkcyjnej. Dobór hali typowej. Rozmieszczenie stanowisk roboczych metodą MAT. Dobór wyposażenia stanowisk roboczych. Opracowanie rysunku zaprojektowanego systemu produkcyjnego. Bilansowanie zapotrzebowania na materiały podstawowe, pomocnicze i energię. Obliczenia liczby środków transportu wewnętrznego. • Zajęcia wprowadzające. Instruktaż BHP. Analiza struktury procesu wytwarzania z wykorzystaniem wybranych narzędzi badania pracy (karta procesu, karta przebiegu, wykres przebiegu, tablica krzyżowa przemieszczeń). • Organizacja stanowisk roboczych. • Ocena ergonomiczności stanowisk pracy. • Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu, migawkową oraz ruchów elementarnych. • Zasady organizacji produkcji: liniowości, koncentracji w czasie i przestrzeni.	
Systemy CAD	K_W18
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych • Odzworowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD • Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D • Modelowanie obiektowe • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych • Techniki RP • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej • Projektowanie współbieżne • Integracja systemów CAD/MES • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD • Element typu kostka • Element typu płytki • Element typu foremki • Element typu tulejki • Element typu wspornik • Element typu dźwignia • Element typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego) • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Wał maszynowy • Zespół: Zespół sprzęgłowy • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego	
Systemy CAM 1	K_W05
• 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-osiowego. Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. Generowanie i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. 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 2,5-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów.	
Systemy CAM 2	K_W05
• Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie obróbki tokarskiej. 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-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. 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.

Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia

K_W07, K_W16, K_U14

• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania. • Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła. • Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych. • Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęcznienie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrabiana. • Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania; • Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe. • Czas maszynowy i czas skrawania • Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni. • Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy. • Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem. • Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie. • Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu. • Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrabianej w procesie toczenia. • Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce. • Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka. • Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic. • Ostrzenie narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów. • Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego • Pomiar temperatury w procesie skrawania • Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.

Techniki wytwarzania - Odlewnictwo

K_W03, K_U10, K_U14

• Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych. • Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-wzorniki. • Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów. • Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe. • Projektowanie układów wlewowy, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.

Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych

K_W03, K_U14

• 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 chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • 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

Techniki wytwarzania - Spawalnictwo

K_W03, K_U10, K_U14

• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.

Techniki wytwarzania - Technologia maszyn

K_W09, K_U14, K_K06

• 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 toczonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi

Technologia informacyjna 1

K_W03

• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google

Technologia informacyjna 2

K_U05

• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwo mechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego

Termodynamika

K_W02, K_W03

• 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, 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 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, mieszanie dwu mas

<p>wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 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. Kontrola procesu spalania. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierno, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, aterycznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni 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 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 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.</p>	
<p>Wychowanie fizyczne 1</p>	<p>K_K04</p>
<p>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</p>	
<p>Wychowanie fizyczne 2</p>	<p>K_K04</p>
<p>• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.</p>	
<p>Wytrzymałość materiałów 2</p>	<p>K_W04, K_W14</p>
<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 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. • Pręty silnie zakrzywione. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • 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. • Kolokwium nr 2 • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne. • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne. • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Tensometria optyczna. • Modelowe badania elastoptyczne. • Zailczenie.</p>	
<p>Zarządzanie środowiskowe</p>	<p>K_W12, K_U13, K_K05</p>
<p>• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem: Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R, 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystszej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2015 Struktura dokumentacji Polityki Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania Środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS; EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czysta Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzanie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie</p>	
<p>Zastosowania MES w technologii maszyn</p>	<p>K_W18</p>
<p>• 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 spęczniania na zimno w osiowsymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wykrwania 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. Budowa modelu powierzchniowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami bez zastosowania 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 wtryskiwania tworzyw sztucznych: MoldFlow MPA oraz MPI, import modeli CAD do środowiska CAE. Modelowanie numeryczne technologii wtryskiwania w systemie Moldflow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacje efektywności chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, projekt i optymalizacja układu wlewowego – imbalance ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE. Zasady korzystania z baz danych elementów znormalizowanych tłoczników i form wtryskowych, import modeli części do systemu CAD.</p>	
<p>Zintegrowane systemy zarządzania produkcją</p>	<p>K_W12</p>
<p>• Zarządzanie produkcją. Istota zarządzania produkcją. Tendencje rozwojowe w zarządzaniu produkcją. Geneza i rozwój systemów komputerowego wspomagania zarządzania produkcją MRP, ERP, SCM. • Prognozowanie i planowanie zagregowane produkcji. Istota prognozowania. 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. Integrycyjna rola systemów PPC. Funkcjonalne cechy systemów PPC. Systemy</p>	

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 lBrown, model Wintera). • Symulacja komputerowa planowania zagregowanego – porównanie efektów ekonomicznych strategii: poziomu zdolności produkcyjnej, pogoni za popytem, mieszanej. • Budowa struktury wyrobu (BOM) – wykaz kompletacyjny 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 Johsona. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego, algorytm harmonogramowania wielopoziomowego.

3.4. P - Pojazdy specjalne i specjalizowane, 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.	149 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	6 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	155 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	107 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach 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=K&K=M&TK=html&S=1244&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	KI	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KI	Ekologia	30	0	0	0	30	2	N	
1	KW	Fizyka	30	30	0	0	60	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	15	15	0	0	30	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	30	0	0	0	30	2	N	
1	FB	Matematyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	30	0	0	0	30	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	30	0	0	0	30	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	15	0	0	0	15	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	1	N	
Sumy za semestr: 1			240	120	0	0	360	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	15	0	30	0	45	3	N	
2	KW	Fizyka metali	15	0	30	0	45	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	30	0	0	30	60	5	N	
2	FB	Matematyka 2	30	45	0	0	75	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	15	0	15	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 2			150	120	75	30	375	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	15	0	15	0	30	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	30	0	15	0	45	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	

3	KW	Systemy CAD	15	0	45	0	60	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	30	0	30	0	60	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	30	15	0	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 3			195	75	150	15	435	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	30	0	15	0	45	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	30	0	0	30	60	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	15	0	30	0	45	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	KW	Termodynamika	15	15	15	0	45	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			180	60	135	30	405	27	3	0
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	15	15	15	0	45	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	3	N	
5	KW	Napędy i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	0	15	0	30	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	45	0	15	30	90	6	T	
5	KI	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	30	0	15	0	45	3	T	
Sumy za semestr: 5			165	60	120	30	375	31	2	0
6	KW	Budowa mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	30	0	30	0	60	6	T	
6	DJ	Język angielski 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	KW	Materiały eksploatacyjne	15	0	15	0	30	3	N	
6	KI	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	2	N	
6	KW	Silniki spalinowe	30	0	30	0	60	6	N	
6	KW	Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	30	0	15	15	60	6	T	
Sumy za semestr: 6			150	30	105	30	315	29	3	0
7	KW	Diagnostyka (wybór)	15	0	30	0	45	4	T	
7	KW	Ekologia (wybór)	15	0	0	15	30	3	N	
7	KW	Eksploatacja (wybór)	30	0	30	0	60	6	T	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	15	15	2	N	
7	KW	Sterowanie (wybór)	30	0	30	0	60	4	N	
7	KW	Systemy CAD/CAM w projektowaniu (wybór)	15	0	15	30	60	4	N	
7	KW	Systemy komputerowe w projektowaniu pojazdów	15	0	0	30	45	3	N	
Sumy za semestr: 7			120	0	105	90	315	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	15	0	0	15	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	30	30	12	N	
Sumy za semestr: 8			15	15	0	30	60	29	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1215	480	690	255	2640	240	18	0

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

3.4.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	1 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	402 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	37 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)	144 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	32
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	103.50 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	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	185 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	33
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	266 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1244&C=2019>

3.4.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowanie w zakresie dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1244&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<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. 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 sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwanymi 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. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i plazo podobne. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne w robotyce. • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczanie przestrzeni roboczych 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. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Ćw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Ćw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Ćw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproksymacja 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 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) 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 Codas lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Ćw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości członów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkującego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Ćw. 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 Ćw. 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</p>	

zapas modułu i fazy dla tych przykładów. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie robota Fanuc • 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	
Budowa mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W13
• Klasyfikacja pojazdów specjalnych i specjalizowanych. Budowa pojazdów specjalnych do prac ziemnych: koparki, zgarniarki, równiarki, spycharki, zrywarki, ładowarki. Budowa pojazdów specjalnych na bazie pojazdów samochodowych: cysterny, dźwigi samochodowe, pojazdy do oczyszczania dróg i miast, pojazdy sanitarne, pojazdy strażackie. Budowa pojazdów do przewozów specjalnych. Budowa podnośnikowych wózków jezdnych. Budowa pojazdów komunalnych. Budowa pojazdów specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, sklepy, siłownie itp. Budowa pojazdów do przewozów specjalistycznych. Budowa pojazdów samowładowczych i samozaładowczych. Pojazdy wojskowe – podział, budowa, własności trakcyjne. Specjalne pojazdy wojskowe. Bojowe pojazdy pancerne – cechy konstrukcyjne, przeznaczenie. Pojazdy proekologiczne.	
Chemia ogólna 1	K_W02
• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przemieszczenia równowagi chemicznej, reguła przekory. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).	
Chemia ogólna 2	K_W02
• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.	
Fizyka	K_W02
• 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 metali	K_W02, K_U06
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
• 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obrót dookoła prostej rzutuującej. 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 obrotowe (wałcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały 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, 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego // lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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.	
Język angielski 1	K_U04
• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiedzi na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępności, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinie. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.	
Język angielski 2	K_U04
• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.	

Język angielski 3	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> • Plany na przyszłość. optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. 	
Język angielski 4	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> • Rytuály i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przeszptywa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przeszptywa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przeszptywa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwyczaj ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. 	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
<ul style="list-style-type: none"> • Podział i klasyfikacja pojazdów specjalnych. Budowa pojazdów specjalnych, podział i przeznaczenie. Układy i rozwiązania konstrukcyjne różnych pojazdów specjalnych. Pojazdy specjalne budowlane. Pojazdy i konstrukcje specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, cysterny. Pojazdy wojskowe i bojowe pojazdy pancerne. Układy sterowania i automatyki różnych pojazdów specjalnych. Elementy diagnostyczne pojazdów specjalnych. Elementy regulacji, charakterystyki techniczne pojazdów specjalnych 	
Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
<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 maszyny, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytywne, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarzki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. • Przcinarzki: Cechy charakterystyczne, Przcinarzki ramowe, Przcinarzki taśmowe, Przcinarzki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice, Przeciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmiiany przeciagarek. • Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osełkowania 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, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, 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, 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 1	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> • Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklotometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. 	
Matematyka 2	K_W01
<ul style="list-style-type: none"> • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice. 	
Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
<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 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. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych. 	
Materiały eksploatacyjne	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw oraz substancji smarowych. Wykorzystanie paliw ciekłych – podstawy działania systemów zasilania spalinowych napędów środków transportu. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zaplonie iskrowym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizyko-chemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie benzyn silnikowych. Konwencjonalne paliwa do silników o zaplonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizyko-chemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie olejów napędowych. Paliwa roślinne i alkohole. Paliwa gazowe. Tarcie i smarowanie elementów maszyn. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Płyny hydrauliczne i płyny do układów chłodzenia. Smary plastyczne – klasyfikacja i ocena jakości. Prawne, techniczne i ekonomiczne aspekty stosowania biopaliw. Metody badawcze paliw i środków smarowych. • 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. Pomiar wskaźnika lepkości oleju silnikowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliwa konwencjonalnego i biopaliwa. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych. 	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<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 • Staliwo 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	
Materiały konstrukcyjne 2	K_W07, K_U06, K_U10
• Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplne • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • 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_W04
• Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguny i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguny 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 złożony punktu, rozkład prędkości, 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. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • 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. • Ruch złożony punktu.	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
• 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. • 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. • 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. • 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. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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_W03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsena. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowa. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu - równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtl'a, zwięzka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. 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: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowski uśrednienie równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniuetonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu.	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerancja geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące układu tolerancji i pasowań. • Ćwiczenia tablicowe dotyczące niepewności pomiarów. • Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. • Wprowadzenie to inżynierii odwrotnej.	
Napędy i sterowanie maszyn	K_W15
• 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	

<p>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. 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>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<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>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<p>• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. 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 maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.</p>	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
<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, 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. • 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. • Elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowanie. Tyristor - rodzaje, właściwości, zastosowanie. 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<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 obliczenia 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. 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 toczone. Konstrukcja łożysk ślizgowych i toczone. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk toczone. Żywotność i dobór łożysk toczone. • 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 zadanego 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>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<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 ząbienia. 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. Korekcja technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcja P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępca i graniczna liczba zębów. Korekcja 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. Zastępca i graniczna liczba zębów. Wymiary geometryczne kół stożkowych. Korekcja kół stożkowych. rozkład sił międzyzębnych w przekładni stożkowej. • Przekładnie ślimakowe i ich rodzaje. Rodzaje ślimaków walcowych. Wymiary geometryczne ślimaka i koła ślimakowego. • Prędkość ślizgania zębów. Rozkład sił międzyzębnych w przekładni ślimakowej. Sprawność ząbienia i sprawność całkowita przekładni. Korekcja koła ślimakowego i odległości osi po korekcji. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębnych 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 teorii tarcia i zużycia maszyn • 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 gwintowanym. • Laboratorium - temat 3:</p>	

<p>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 obwodniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatych i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium - temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe kół zębatych i przekładni zębatych. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła 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.</p>	
Podstawy MES	K_W18
• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
<p>• Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytki: klasyfikacja chwytków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczanie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości • Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym • Wyznaczanie przestrzeni roboczych i ich symulacja • 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>	
Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	K_K01, K_K03, K_K04
<p>• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</p>	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta	
Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki	
Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<p>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki • Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji , metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</p>	
Silniki spalinowe	K_W05
<p>• 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 i 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. Ocena procesu spalania w silniku na podstawie wykresu indykatorowego. Pomiar sprawności mechanicznej silnika. Pomiar stopnia napełniania cylindrów silnika. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika o ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Wyznaczanie charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu (wtwrysku) silnika. Wyznaczanie charakterystyki składu mieszanki silnika z ZI. Bilans cieplny silnika. Ocena parametrów pracy aparatury wtrowskowej. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych.</p>	
Systemy CAD	K_W18
<p>• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych • Odzworowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania • Przegląd technik CAx • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD • Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D • Modelowanie obiektowe • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych • Techniki RP • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej • Projektowanie współbieżne • Integracja systemów CAD/MES • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD • Element typu kostka • Element typu płytka • Element typu tulejka • Element typu wspornik • Element typu dźwignia • Element typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego) • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Wał maszynowy • Zespół: Zespół sprzęgłowy • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</p>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
<p>• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania. • Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła. • Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych. • Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęcanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona. • Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania; • Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe. • Czas maszynowy i czas skrawania • Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni. • Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy. • Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem. • Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie. • Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu. • Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia. • Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce. • Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka. • Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernie. • Ostrzenie narzędzi skrawających: metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów. • Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego • Pomiar temperatury w procesie skrawania • Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.</p>	

Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<p>• Wiadomości wstępne. Piece do topienia metali i stopów odlewniczych. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Modele i rdzennice. Metody wykonywania form i rdzeni odlewniczych.. • Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. Wykonywanie form z modeli uproszczonych-zworniki. • Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów. • Wykonywanie odlewów w formach metalowych: kokile, niskociśnieniowe. • Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy.</p>	
Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W03, K_U14
<p>• Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVT, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i 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</p>	
Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<p>• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</p>	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
<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 uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	
Technologia informacyjna 1	K_W03
<p>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</p>	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<p>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</p>	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<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; 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, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie. Granica chłodzenia i jej zastosowanie w praktyce. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. Dławienie gazów rzeczywistych. 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. Kontrola procesu spalania. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierne, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, atermicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni 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; 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 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 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 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.</p>	
Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W05
<p>• Rola i zadania układu napędowego. Rodzaje napędów w pojazdach specjalnych i specjalizowanych. Mechaniczne układy napędowe. Sprzęgła. Przekładnie. Wały napędowe i osie. Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechaniczne różnicowe. Mosty napędowe. Hydromechaniczne układy napędowe. Hydrostatyczne układy napędowe. Pneumatyczne (powietrzne) układy napędowe. Układy napędowe ciągników drogowych i pozadrogowych na podwoziu kołowym. Układy napędowe kołowych maszyn roboczych. Układy napędowe pojazdów gąsienicowych. Hybrydowe układy napędowe w pojazdach specjalnych i specjalizowanych. • Obliczenia i dobór sprzęgła ciernego. Dobór podzespołu hydrokinetycznego (sprzęgła hydrokinetycznego, przekładni hydrokinetycznej). Dobór przekładni mechanicznej w układzie napędowym. Obliczenia i dobór przekładni</p>	

hydrostatycznej. Dobór wału napędowego i przegubu napędowego. Mechanizm skrętu pojazdu gąsienicowego. • Sprzęgła cierne. Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Przekładnie mechaniczne. Przekładnia automatyczna. Most napędowy. Wały i przeguby napędowe. Napęd hydrostatyczny.	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Zapoznanie z poprawną techniką wykonania ćwiczeń z zakresu wybranego przez studentów sportu indywidualnego. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
• Propozycje różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Stosowanie określonych umiejętności ruchowych w wybranych sportowych grach zespołowych. Gra treningowa i gra właściwa w piłkę nożną, piłkę siatkową, koszykówkę lub inne gry zespołowe według wyboru studentów. Dla studentów realizujących zajęcia na pływalni nauka lub doskonalenie pływania różnymi stylami. • Testy sprawności fizycznej lub funkcjonalnej.	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
• Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-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 • 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. • Pręty silnie zakrzywione. • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania belek na sprężystych podporach. • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych. • Kolokwium nr 2 • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne. • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne. • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udamności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Tensometria optyczna. • Modelowe badania elastooptyczne. • Zaliczenie.	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem: Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R, 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystszej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2015 Struktura dokumentacji Polityka Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania Środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS; EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czysta Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietywanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzenie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie	

3.5. S - Inżynieria spawalnictwa, niestacjonarne

3.5.1. 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.	109 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.	2 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	147 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	104 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 godz.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach 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=K&K=M&TK=html&S=1156&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.5.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	

1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	1	N	
Sumy za semestr: 1			144	64	0	0	208	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
Sumy za semestr: 2			90	64	45	18	217	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 3			117	45	90	9	261	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
Sumy za semestr: 4			108	36	81	18	243	27	3	0
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napęd i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 5			99	36	72	18	225	31	2	0
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	3	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KO	Metalurgia procesów spawalniczych	18	0	18	0	36	4	N	
6	KO	Napężenia i odkształcenia spawalnicze	18	0	18	0	36	6	T	
6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KO	Projektowanie konstrukcji spawanych	18	0	9	18	45	5	N	

6	KO	Technologie spawalnicze	18	0	18	0	36	6	T	
Sumy za semestr: 6			99	18	72	27	216	29	3	0
7	KO	Badania nieniszczące złączy spawanych	9	0	18	0	27	5	T	
7	KO	Badania niszczące złączy spawanych	18	0	18	0	36	5	N	
7	KO	Obróbka cieplna spoin	18	0	18	0	36	6	T	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	9	9	2	N	
7	KO	Urządzenia i osprzęt spawalniczy	18	0	9	0	27	3	N	
7	KO	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	18	0	0	9	27	5	N	
Sumy za semestr: 7			81	0	63	18	162	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	18	18	12	N	
Sumy za semestr: 8			9	9	0	18	36	29	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			747	272	423	126	1568	240	18	0

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	18
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	36 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	525 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	48
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	56 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	179 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	32
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	152.50 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	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	208 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	33
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	323 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1156&C=2019>

3.5.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1156&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
--	---------------------

• 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 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: 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 Ćw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Ćw. 2. Elementy wykonawcze. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Ćw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągle, cyfrowe regulatory ciągle, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Ćw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomu cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Ćw. 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 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 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) 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 Codas lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Ćw. 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 Ćw. 3. Badanie stabilności automatycznej regulacji. Określić analitycznie (stosując kryterium Hurwitza) krytyczny współczynnik wzmocnienia kkr dla zadanego układu automatycznej regulacji. sprawdź 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 Ćw. 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 Fanuc • 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

Badania nieniszczące złączy spawanych | K_W08

• Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej.

Badania niszczące złączy spawanych | K_W08

• Badania metalograficzne złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz warstw nakładanych metodami spawalniczymi. • Badania własności mechanicznych złączy. • Badania odporności złączy spawanych i zgrzewanych na pękanie. Badania odporności na korozję złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych. • Badania odporności na ścieranie i odporności na korozję warstw napawanych i natrykiwanych 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_W11, K_U08

• 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. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków,rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku 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.

Chemia ogólna 1 | K_W02

• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).

Chemia ogólna 2 | K_W02

• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.

Ekologia | K_W11, K_K02

• 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 | K_W02

• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne

Fizyka metali | K_W02, K_U06

• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale

okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały

Grafika inżynierska 1 K_W03, K_W06, K_U12

• 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dookoła 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 obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały 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 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Klady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na ściany sześcienu (na podstawie rysunku lub rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.

Grafika inżynierska 2 K_W03, K_W06, K_U12

• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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.

Język angielski 1 K_U04

• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaj z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynniki czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.

Język angielski 2 K_U04

• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Zyczenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.

Język angielski 3 K_U04

• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idioms dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.

Język angielski 4 K_U04

• Rytuály i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przystępstwa i przestępstwa. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przystępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przystępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwyczajni ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na trasie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania K_K02

• Ogólna charakterystyka pojazdów specjalnych. Rozwiązania konstrukcyjne pojazdów specjalnych. Układy napędowe, sterowania i automatyki pojazdów specjalnego zastosowania. Diagnostyka pojazdów specjalnych i ich charakterystyki techniczne

Maszyny technologiczne K_W13, K_W15, K_U15

• 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 maszyny, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytywowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, 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, Przeciągarki: Cechy charakterystyczne, Odmiany przeciągarek. • Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osełkowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębienia kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Obrabiarki do uzębienia: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębienia 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 zębatach 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 zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.

Matematyka 1 | K_W01

• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.

Matematyka 2 | K_W01

• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.

Matematyka 3 (metody numeryczne) | K_W18

• 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. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.

Materiały konstrukcyjne 1 | K_W07, K_U06, K_U10

• 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 fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo. • Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych. • Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.

Materiały konstrukcyjne 2 | K_W07, K_U06, K_U10

• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Miedź i jej stopy. • Stopy aluminium • 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 • Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.

Mechanika ogólna 1 | K_W02, K_W04

• 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 rozwiązalny i przesytnione. • 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. • Tarcie suche, reakcje normalne i styżne 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. • 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 układu sił. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • 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. • Ruch złożony punktu.

Mechanika ogólna 2 | K_W02, K_W04

• 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. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układ brył, przykłady. • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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_W03

• 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 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 Prandtla, zweźka Venturii'ego, kryza ISA, Rotometr. 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 ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulenty. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko 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 nieniuetonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu.	
Metalurgia procesów spawalniczych	K_W07
• 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, łukiem krytym, elektrodużłowego, 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 struktury złączy spawanych. • Analityczne określanie struktury spoin z wykorzystaniem oprogramowania MATSPAW. • Rodzaje topników spawalniczych i ich wpływ na właściwości spoin.	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
• 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 odwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość i 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 gwintu. • 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_W15
• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i serwomechanizmy hydrauliczne. • Sumowanie i kojarzenie ruchów prostych obrotowych i/lub prostoliniowych wielu elementów roboczych 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.	
Naprężenia 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 wielowarstwowych ze złożonym cyklem cieplnym. • Rozkład naprężeń cieplnych powstających przy spawaniu. • Oddziaływanie naprężeń własnych z naprężeniami zewnętrznymi. • Sposoby obniżania naprężeń powstających podczas spawania • Odkształcenia spawalnicze liniowe. • Odkształcenia spawalnicze podłużne i określenie skurczu poprzecznego. • Wyznaczenie wartości odkształceń połączeń spawanych blach stalowych spawanych gazowo, łukowo elektrodami otulonymi w atmosferze gazów.	
Obróbka cieplna spoin	K_W07
• Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyżarzania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. • Mechanizm relaksacji naprężeń. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. • Wpływ wyżarzania odprężającego na właściwości stali. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzające w zakresie dwufazowym. • Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w podwyższonej temperaturze. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. • Wyżarzanie odprężające złączy spawanych. • Wpływ wyżarzania na zmiany twardości złączy spawanych.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
• 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	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie mfszyn 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 obsługiwanie maszyny 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.	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
• 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 -	

<p>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. 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. • Bezłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<p>• Podział elementów maszyn, obciążenia w budowie maszyn, zjawisko zmeczenia materiałów, obliczenia zmeczeniowe • 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 samohamowności 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 i 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. • Sprzęgła, hamulce. Dobór i obliczanie • 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, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek redukcyjny według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreślną - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<p>• Podstawy teorii tarcia, smarowania i zużycia maszyn • 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 • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła 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. 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. • Rozkłady naprężeń w połączeniach nitowych i spawanych • Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym • Normalizacja i typizacja części maszynowych • Łożyska toczne i ślizgowe, rodzaje, dobór • Badania stanowiskowe sprzęgieł • Badania stanowiskowe przekładni</p>	
Podstawy MES	K_W18
<p>• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.</p>	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
<p>• Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczenie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości • Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym • 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>	
Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	K_K01, K_K03, K_K04
<p>• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych</p>	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<p>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta</p>	
Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<p>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki</p>	
Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<p>• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki • Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie</p>	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W06
<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 • Obliczenia spoin przy obciążeniach zmiennych: metody obliczeń, obliczenia wg zaleceń Unii Europejskiej</p>	
Systemy CAD	K_W18
<p>• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD • Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D • Modelowanie obiektowe • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD • Element typu kostka, płytka • Element typu foremka, wspomnik • Element typu tulejka, dźwignia • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożzeń • Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy • Zespół: Zespół sprzęgłowy • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego</p>	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania. • Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła. • Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych. • Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrobiona. • Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania. • Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe. • Czas maszynowy i czas skrawania • Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągacza; jakość powierzchni. • Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy. • Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem. • Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczenie. • Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu. • Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrabianej w procesie toczenia. • Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce. • Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka. • Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów. • Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego • Pomiar temperatury w procesie skrawania • Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania. 	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, wykańczanie odlewów. • Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekroj formy. • Projektowanie układów wlewowych, dobór szczynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy. 	
Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	K_W03, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> • Stan naprężenia; definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulistą i dewiatorową, osiowo symetryczny stan naprężenia, płaski stan naprężenia i odkształcenia, geometryczne przedstawianie stanów naprężenia za pomocą kół Mohra. Warunki plastyczności i ich graficzna interpretacja. • Odkształcenie plastyczne; stan odkształcenia, miary odkształcenia, zależności pomiędzy stanami naprężenia i odkształcenia, mechanizm odkształcenia plastycznego, odkształcenie monokryształów oraz ciał polikryształowych, 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 (cięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciskanie, rozłaczanie, 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 wyłaczania naczyń cylindrycznego. Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego 	
Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W03, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> • 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 wyłaczania 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 wyłaczaniu. Zaliczenie 	
Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
<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 półfabrykacjach. Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu. Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi 	
Technologia informacyjna 1	K_W03
<ul style="list-style-type: none"> • Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google 	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<ul style="list-style-type: none"> • Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwo mechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisanie dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego 	
Technologie spawalnicze	K_W07

• Spawanie gazowe. Cięcie metali i stopów: rodzaje i metody, charakterystyka zastosowanie. • Spawanie elektrodą otuloną, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukowe w osłonach gazowych. Spawanie metodą GTAW, spawanie metodą GMAW, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie łukiem krytym, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie elektrodożłowe 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. • Spawanie gazowe. Cięcie gazowe i plazmowe. • Spawanie i napawanie elektrodami otulonymi. • Spawanie GTAW. • Spawanie GMAW. • Zgrzewanie elektryczne zwarciowe i punktowe. • Lutowanie miękkie i lutowanie twarde. • Pomiar geometrii spoin.

Termodynamika K_W02, K_W03

• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe. Zasada Stanu, równania stanu: termiczne i kaloryczne. Działania mechaniczne - praca, obieg. Działania termiczne - ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki. Zerowa Zasada Termodynamiki. II Zasada Termodynamiki. 2. Odwracalny obieg Carnota; całka Clausiusa, entropia. Tożsamość termodynamiczna. Zachowanie się entropii systemów odbywających zjawiska rzeczywiste. Prawo wzrostu entropii. Pojemności cieplne. Równanie Mayera. Obliczanie przyrostów entropii. 3. Gaz doskonały. Równanie stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich równania w układzie p-v oraz T-s. Obliczanie ciepła i pracy dla poszczególnych przemian. Niektóre prawobieżne obiegi gazowe. 4. Mieszanina gazów; prawo Daltona – ciśnienie cząstkowe składników, właściwości mieszanin, tworzenie mieszanin. 5. System substancji czystej; para nasycona; stopień suchości. Wykresy: T-p, T-s, h-s, tablice. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a 6. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Konwekcja. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 4. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 5. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 6. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła.

Urządzenia i osprzęt spawalniczy K_W10

• Źródła prądu do spawania łukowego ręcznego elektroda otuloną, GTA oraz do spawania zmechanizowanego. • Napędy hydrauliczne, pneumatyczne i elektryczne. Urządzenia do spawania półautomatycznego i automatycznego GMA, GTA, łukiem krytym, elektrodożłowego, plazmowego, elektronowego i laserowego. • Urządzenia do zgrzewania elektrycznego oporowego. Urządzenia do natryskiwania cieplnego i do napawania łukowego. Urządzenia do lutowania twardego i miękkiego. Urządzenia do cięcia termicznego. • Mechanizacja stanowisk spawalniczych. Układy sterowania spawalniczych stanowisk zmechanizowanych i zautomatyzowanych. Budowa spawalniczych robotów przemysłowych i elementy składowe zrobotyzowanych stanowisk spawalniczych. • Metody programowania robotów spawalniczych oraz zakres zastosowania. Przyrządy, stoły, obrotniki i uchwyty spawalnicze. Odciały dymów spawalniczych. • Pomiar parametrów elektrycznych i mechanicznych urządzeń spawalniczych. • Zapoznanie z budową i obsługą podstawowych urządzeń do spawania i zgrzewania.

Wychowanie fizyczne 1 K_K04

• 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).

Wychowanie fizyczne 2 K_K04

• 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).

Wytrzymałość materiałów 1 K_W04, K_W14

• 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. • 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 – 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. • Kolokwium nr 1

Wytrzymałość materiałów 2 K_W04, K_W14

• 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 Johnsa-Ostenfelda. • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • 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. • Kolokwium nr 2 • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Modelowe badania elastooptyczne.

Zapewnienie jakości w spawalnictwie K_W07

• 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 łukowym. Zużycie drutu i gazu przy spawaniu w osłonie CO2 Zużycie drutu elektrodowego i topnika przy spawaniu łukiem krytym. Zużycie gazów przy cięciu tlenem. Zużycie energii elektrycznej prądu stałego i przemiennego. Czasy spawania, zgrzewania, lutowania, napawania oraz czasy cięcia. • Obliczanie czasu głównego i określenie pozostałych czasów. Kalkulacja kosztów procesów spawania, zgrzewania, lutowania i napawania oraz cięcia termicznego. • Obliczeniowe i empiryczne metody określania parametrów procesów spawalniczych. Wskaźniki techniczne oceny procesu spawalniczego. Prace naprawcze.

Zarządzanie środowiskowe K_W12, K_U13, K_K05

• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem: Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R, 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystszej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania

normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2005 Struktura dokumentacji Polityka Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS; EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czysta Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzanie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZS np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie

3.6. I - Inżynieria technologii specjalnych, niestacjonarne

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.	111 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.	2 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	147 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	104 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 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;
- rozwińnięcie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1154&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	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	1	N	
Sumy za semestr: 1			144	64	0	0	208	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
Sumy za semestr: 2			90	64	45	18	217	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	

3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 3			117	45	90	9	261	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
Sumy za semestr: 4			108	36	81	18	243	27	3	0
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napęd i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 5			99	36	72	18	225	31	2	0
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	3	T	
6	KI	Krystalizacja metali i stopów	18	0	18	0	36	5	N	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KO	Materiały stosowane w przemyśle zbrojeniowym	18	0	18	0	36	6	T	
6	KO	Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna	18	0	18	0	36	6	T	
6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KO	Specjalne technologie odlewnicze	18	0	18	0	36	4	N	
Sumy za semestr: 6			99	18	81	9	207	29	3	0
7	KO	Badania nieniszczące	9	0	18	0	27	4	T	
7	KO	Badania właściwości materiałów metalicznych	9	9	0	0	18	3	N	
7	KO	Badania właściwości warstw powierzchniowych	9	0	9	0	18	4	T	
7	KW	Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej	9	0	0	18	27	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	9	9	2	N	
7	KO	Specjalne technologie spajania metali	18	0	18	0	36	4	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	9	0	9	0	18	3	N	
7	KO	Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	9	0	9	0	18	3	N	
Sumy za semestr: 7			72	9	63	27	171	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	18	18	12	N	
Sumy za semestr: 8			9	9	0	18	36	29	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			738	281	432	117	1568	240	18	0

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 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	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	56 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	521 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	50
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	53 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	18 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	184 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	33
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	150.50 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	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	177 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	34
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	361 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1154&C=2019>

3.6.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1154&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<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. 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 sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwanymi 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 układów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO. Warstwy sterowania robotów. • Roboty przemysłowe oraz ssako, gado i płazo 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 Ćw. 1. Układy pomiarowe. Programowalne przetworniki pomiarowe, czujniki pomiarowe (czujnik termoelektryczny, czujnik oporowy), uniwersalny tester automatyka Ćw. 2. Elementy wykonawcze. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Ćw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągłe, cyfrowe regulatory ciągłe, logiczne sterowniki programowalne(PLC), pneumatyczny regulator Ćw. 4. Przykłady rzeczywistych układów sterowania. Układ regulacji poziomowi cieczy, prędkości obrotowej, ciągłej regulacji temperatury, układ regulacji nieciągłej i niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Ćw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproksymacja 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 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) 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 Cudas lub MatLab). Wykonać modele matematyczne trzech dowolnie wybranych, podstawowych elementów automatyki (za wyjątkiem proporcjonalnego), zarejestrować charakterystyki skokowe, amplitudowo-fazowe oraz logarytmiczne tych elementów. Ćw. 2. Badanie wpływu sprzężenia zwrotnego na właściwości badanych elementów. Określić wpływ sztywnego sprzężenia zwrotnego na właściwości członu inercyjnego I rzędu i członu całkowitego rzeczywistego oraz wpływ sprzężenia izodromowego na właściwości członu różniczkującego rzeczywistego Ćw. 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</p>	

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 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 Fanuc • 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	
Badania nieniszczące	K_W08
• 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	
Badania właściwości materiałów metalicznych	K_W07
• Struktura materiałów metalicznych: metalografia, podstawowe metody mikroskopowe, makroskopowe oraz faktograficzne stosowane do oceny struktury; zastosowanie, metodyka i aparatura badawcza. • Właściwości mechaniczne materiałów metalicznych: • właściwości określane metodami badań statycznych; próba rozciągania, ściskania, zginania, • twardość; statyczne próby twardości, • udamność; właściwości wyznaczane w próbach udarowych, • wytrzymałość zmęczeniowa; próby zmęczeniowe. • Metody oceny plastycznych odkształcania materiałów metalicznych pod stałym obciążeniem; wysokotemperaturowe pełzanie. • Obciążenia cieplne; metody określenia wpływu obciążeń cieplnych • Korozja; wpływ i ocena efektów oddziaływania cieczy na powierzchnię materiałów metalicznych. Zjawisko kawitacji; wpływ kawitacji na powierzchnię materiałów metalicznych. • Badania metalograficzne materiałów metalicznych. • Badania własności mechanicznych i plastycznych materiałów metalicznych. • Badania odporności na zużycie ścierne i współczynnika tarcia. • Badania wytrzymałości na wysokotemperaturowe pełzanie. • Badania odporności na korozję w środowisku cieczy.	
Badania właściwości warstw powierzchniowych	K_W07
• Ogólna klasyfikacja warstw wierzchniowych. • Klasyfikacja warstw wierzchniowych ze względu na zastosowanie. • Warstwy wierzchnie i powłoki. • Metody konstytuowania warstw wierzchniowych. • Budowa warstw wierzchniowych. • Właściwości warstw wierzchniowych: mikrotwardość, odporność na zużycie tribologiczne, ocena grubości i przyczepności powłok. • Badania metalograficzne warstw wierzchniowych. • Badania mikrotwardości warstw wierzchniowych. • Badania grubości powłok. • Ocena przyczepności powłok próba zarysowania "scratch test".	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
• 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. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku 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.	
Chemia ogólna 1	K_W02
• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).	
Chemia ogólna 2	K_W02
• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.	
Ekologia	K_W11, K_K02
• 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	K_W02
• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
• 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebiecia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i klady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kladu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • 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. 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Klady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, klady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego // lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy.	

Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, ciepłe, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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.	
Język angielski 1	K_U04
• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.	
Język angielski 2	K_U04
• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.	
Język angielski 3	K_U04
• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i wymyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.	
Język angielski 4	K_U04
• Rytuály i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przystępstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyimkami. Przystępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przystępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02
• Ogólna charakterystyka pojazdów specjalnych. Rozwiązania konstrukcyjne pojazdów specjalnych. Układy napędowe, sterowania i automatyki pojazdów specjalnego zastosowania. Diagnostyka pojazdów specjalnych i ich charakterystyki techniczne	
Krystalizacja metali i stopów	K_W07
• Zagadnienia ogólne. Pojęcie równowagi. Siła pędna i równowagowa temperatura krystalizacji. Energia swobodna faz. • Wykresy fazowe. • Zarodkowanie kryształów. • Wzrost kryształów jako proces atomowy. • Segregacja składnika, normalna krystalizacja stopów, topienie strefowe, krystalizacja z konwekcyjnym i bezkonwekcyjnym mieszaniami kąpieli. • Topienie strefowe. Krystalizacja i klasyfikacja eutektyk. • Krystalizacja komórkowa, dendrytyczna, perytektyczna. Szybka krystalizacja. • Kształtowanie pierwotnej struktury odlewów. • Badanie punktów przełomowych krzepnięcia stopów, krzywych chłodzenia. • Wpływ oddziaływania ochładzalników na głębokość zabielenia odlewów żeliwnych. • Próba lejności stopów odlewniczych. • Badania metalograficzne eutektyk. • Badania twardości odlewów.	
Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
• 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 uchwytoe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarzki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. • 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. • Szlifiarki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifiarki do wałków kłowe, Szlifiarki do wałków bezkłowe, Szlifiarki do otworów, Szlifiarki do płaszczyn, Szlifiarki ostrzarki, Obrabiarki do osełkowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektrochemiczne, 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, Szlifiarki Nilesa, Szlifiarki Maaga, Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień 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 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 1	K_W01
• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklotometryczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności	

<p>granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodne funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</p>	<p>K_W01</p>
<p>Matematyka 2</p>	<p>• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</p>
<p>Matematyka 3 (metody numeryczne)</p>	<p>K_W18</p> <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. 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. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.</p>
<p>Materiały konstrukcyjne 1</p>	<p>K_W07, K_U06, K_U10</p> <p>• 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 fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo. • Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych. • Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.</p>
<p>Materiały konstrukcyjne 2</p>	<p>K_W07, K_U06, K_U10</p> <p>• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Miedź i jej stopy. • Stopy aluminium • 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 • Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.</p>
<p>Materiały stosowane w przemyśle zbrojeniowym</p>	<p>K_W07</p> <p>• Ogólny podział i charakterystyka materiałów stosowanych do wytwarzania uzbrojenia: stale stopowe i nanokrystaliczne, stopy metali nieżelaznych, materiały ceramiczne, wyroby z proszków spiekanych, materiały kompozytowe. • Obróbka cieplna i cieplno - chemiczna elementów uzbrojenia: ulepszenie cieplne, obróbka cieplna z wymrażaniem, obróbka cieplno - chemiczna (technologia tenifer). • Pancerze ceramiczne. CAWA i CAWA - 1NA. • Pancerze reaktywne, aktywne i wielowarstwowe typu CAWA - 2. • Ulepszenie cieplne stali konstrukcyjnej. • Wpływ temperatury obróbki cieplnej podzerowej (wymrażania) na twardość stali. • Patentowanie stali. • Badania strukturalne węglików spiekanych.</p>
<p>Mechanika ogólna 1</p>	<p>K_W02, K_W04</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 przesytnione. • 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 styżne 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 liniowego ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątownego ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmu płaskich. • 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 układu sił. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • 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. • Ruch złożony punktu.</p>
<p>Mechanika ogólna 2</p>	<p>K_W02, K_W04</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. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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</p>
<p>Mechanika płynów</p>	<p>K_W02, K_W03</p> <p>• 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 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 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 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 Francisca. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Couette. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniuetonowskie. Pomiar</p>

współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu.	
Metody komputerowe w praktyce konstrukcyjnej	K_W18
• Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie • Zaawansowane modelowanie 3D, tworzenie dokumentacji technicznej • Tworzenie modeli złożów zespołów maszynowych metodami od góry i od dołu, Tworzenie dokumentacji technicznej zespołów • Przygotowanie, export i import danych do i z systemów CAX • Stosowanie narzędzi projektowania funkcjonalnego do projektowania zespołów maszynowych • Tworzenie konstrukcji spawanych w środowisku CAD-Inventor • Wykonywanie analiz wytrzymałościowych nieskomplikowanych zespołów z użyciem MES	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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_W15
• 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.	
Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna	K_W05
• Podstawy teoretyczne i klasyfikacja przemian fazowych w stopach żelaza i stopach metali nieżelaznych: przemiany podczas nagrzewania, przemiany podczas chłodzenia, przemiana bainityczna, martenzytyczna, przemiany podczas odpuszczania martenzytu. • Hartowność stali i metody jej określania: średnica krytyczna i intensywność chłodzenia, hartowność jako kryterium doboru stali konstrukcyjnej. • Technologia obróbki cieplnej konwencjonalnej: rodzaje wyżarzania, hartowanie objętościowe wyrobów stalowych, patentowanie, ulepszenie i utwardzanie cieplne. • Obróbka cieplna narzędzi. • Obróbka cieplna metali nieżelaznych. • Technologia obróbki cieplno - chemicznej: nawęglanie, azotowanie, borowanie, aluminiowanie i chromowanie. • Wpływ temperatury austenitizowania stali na rozmiar ziarn austenitu. • Badanie hartowności stali. • Badanie przebiegu odpuszczania stali konstrukcyjnej węglowej i stali konstrukcyjnej stopowej. • Nawęglanie stali i obróbka cieplna wyrobów nawęglonych. • Badanie wpływu temperatury i czasu nawęglania na głębokość warstwy.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
• 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	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. 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 maszyn technologicznej. • Opracowanie koncepcji sterowania wybranego systemu eksploatacji. • Założenia konstrukcyjne i projekt wstępny stanowiska do badania wybranego rodzaju starzenia maszyny. • Struktura niezawodnościowa i wskaźniki niezawodności obiektu. • Kryteria konstrukcyjne, technologiczne i eksploatacyjne poprawy niezawodności obiektu.	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
• Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. 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. • Bezłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
• 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 samohamowności 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. • Sprzęgła, hamulce. Dobór i obliczanie • Projekt I: Zaprojektować zespół maszynowy zawierający połączenia spawane i gwintowe. Wykonać rysunek złożeniowy z pełną specyfikacją części, dobrać elementy znormalizowane, wykonać rysunki wytrzymałościowe 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 zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreślną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obórki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.

Podstawy konstrukcji maszyn 2 | K_W05, K_W06, K_U03, K_U11

• Podstawy teorii tarcia, smarowania i zużycia maszyn • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły miedzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła wbudowanego w koło przekładni pasowej, o przełożeniu "i", przenoszącej określoną moc P [kW]. Wykonać obliczenia kinematycznych i wytrzymałościowych, sporządzić rysunek złożeniowy oraz trzech rysunków wykonawczych wskazanych części. • Projekt II: Zaprojektować zębaty reduktor dwustopniowy. Dobrać schemat reduktora. Wykonać obliczenia 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 złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. • Rozkłady naprężeń w połączeniach nitowych i spawanych • Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym • Normalizacja i typizacja części maszynowych • Łożyska toczne i ślizgowe, rodzaje, dobór • Badania stanowiskowe sprzęgieł • Badania stanowiskowe przekładni

Podstawy MES | K_W18

• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.

Podstawy robotyki | K_W03, K_U09

• Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytaaki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczanie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości • Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym • 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

Praktyka dyplomowa (12 tyg.) | K_K01, K_K03, K_K04

• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych

Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.) | K_U08, K_K03, K_K04

• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta

Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.) | K_U08, K_K03, K_K04

• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki

Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.) | K_U08, K_K03, K_K04

• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki • Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie

Specjalne technologie odlewnicze | K_W05

• Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach zimnokomorowych • Odlewanie ciśnieniowe na maszynach gorąckomorowych • Nowoczesne stanowiska przygotowania ciekłego metalu • Grawitacyjne odlewanie kokilowe stopów aluminium • Odlewanie niskociśnieniowe. Wytwarzanie rdzeni metodą Hot box i Could box • Odlewanie precyzyjne. Stanowisko przygotowania zestawu modelowego • Odlewanie precyzyjne. Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form ceramicznych • Projektowanie układów wlewowych. Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu.

Specjalne technologie spajania metali | K_W05

• Klasyfikacja i charakterystyka procesów spawania i procesów pokrewnych (zgrzewania, lutowania, napawania i klejenia). • Przetwarzanie energii do celów spajalnych (nagrzewanie płomieniem acetylenowo - tlenowym, nagrzewanie łukiem elektrycznym, skoncentrowanym strumieniem światła, wiązką elektronową, nagrzewanie tarciove). • Stale na konstrukcje spawane (stale niestopowe, stopy stopowe, stopy stopowe specjalne). • Metale nieżelazne stosowane na konstrukcje spajane (stopy niklu i kobaltu, stopy miedzi, stopy aluminium i inne metale). • Spawalność tworzyw metalicznych i jej cechy. • Specjalne technologie lutowania, zgrzewania i klejenia metali. • Badanie sprawności cieplnej łuku elektrycznego argonowego i helowego. • Wpływ parametrów spawania stali austenitycznej chromowo - niklowej na zawartość ferrytu delta w złączach spawanych. • Spawanie płomieniem acetylenowo - tlenowym. • Badania wizualne wpływu parametrów zgrzewania punktowego na jakość zgrzein. • Badania makroskopowe i pomiary twardości złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych.

Systemy CAD | K_W18

• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odwzorowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD • Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D • Modelowanie obiektowe • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD • Element typu kostka, płytką • Element typu foremka, wspornik • Element typu tulejka, dźwignia • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożeń • Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy • Zespół: Zespół sprzęgłowy • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego

Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia | K_W07, K_W16, K_U14

• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania. • Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wierćta. • Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych. • Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrabiana. • Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów

skrawania; • Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe. • Czas maszynowy i czas skrawania • Przekładanie: ogólna charakterystyka przekładania; budowa i geometria przekładaczy; jakość powierzchni. • Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzny; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy. • Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem. • Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie. • Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu. • Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrabianej w procesie toczenia. • Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce. • Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne, kinematyka. • Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów. • Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego • Pomiar temperatury w procesie skrawania • Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologiczne 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. • Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów, Wykańczanie odlewów. • Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy. • Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy.	
Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	K_W03, K_U14
• Stan naprężenia; definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulistą i dewiatorową, osiowo symetryczny stan naprężenia, płaski stan naprężenia i odkształcenia, geometryczne przedstawianie stanów naprężenia za pomocą kół Mohra. Warunki plastyczności i ich graficzna interpretacja. • Odkształcenie plastyczne; stan odkształcenia, miary odkształcenia, zależności pomiędzy stanami naprężenia i odkształcenia, mechanizm odkształcenia plastycznego, odkształcenie monokryształów oraz ciał 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 (cięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciskanie, rozłaczanie, 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 wyłaczania naczyń cylindrycznych. Spęszczanie 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	
Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W03, K_U14
• 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 wyłaczania 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 wyłaczaniu. Zaliczenie	
Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
• 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	
Technologia informacyjna 1	K_W03
• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejsy sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusze kalkulacyjne dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google	
Technologia informacyjna 2	K_U05
• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwo mechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 1	K_W05
• Ogólna klasyfikacja powierzchni • Wpływ warstwy wierzchniej na własności użytkowe części maszyn • Kształtowanie warstw powierzchniowych metodami obróbki ubytkowej i bezubytkowe • Tarcie i zużycie warstw powierzchniowych • Zajęcia organizacyjne, zapoznanie z laboratorium, BHP • Pomiary i obserwacje SGP po toczeniu i szlifowaniu • Pomiary i obserwacje SGP po nagniataniu tocznym i ślizgowym • Pomiary i obserwacje SGP po gladzeniu • Pomiary i obserwacje SGP po strukturyzowaniu powierzchni	
Technologie wytwarzania warstw powierzchniowych 2	K_W05
• Warstwy powierzchniowe, powłoki, warstwy wierzchnie i ich ogólna klasyfikacja. Materiały stosowane na powłoki napawane i natryskiwanie cieplne. • Spawalnicze technologie nakładania powłok, napawanie gazowe, napawanie łukiem elektrycznym spawalniczym. • Napawanie	

laserowe, tarciove i wybuchowe. • Technologie natryskiwania cieplnego płomieniowego, łukowego i plazmowego. • Odlewnicze technologie wytwarzania warstw wierzchnich. wytwarzanie warstw wierzchnich metodą obróbki cieplnej i cieplno - chemicznej. • Badanie głębokości zabelezenia warstwy wierzchniej odlewów żeliwnych. • Badanie twardości powłok i warstw wierzchnich. Napawanie gazowe powłok. • Badania metalograficzne powłok i warstw wierzchnich.	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<p>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe. Zasada Stanu, równania stanu: termiczne i kaloryczne. Działania mechaniczne - praca, obieg. Działania termiczne - ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki. Zerowa Zasada Termodynamiki. II Zasada Termodynamiki. 2. Odwracalny obieg Carnota; całka Clausiusa, entropia. Tożsamość termodynamiczna. Zachowanie się entropii systemów odbywających zjawiska rzeczywiste. Prawo wzrostu entropii. Pojemności cieplne. Równanie Mayera. Obliczanie przyrostów entropii. 3. Gaz doskonały. Równanie stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich równania w układzie p-v oraz T-s. Obliczanie ciepła i pracy dla poszczególnych przemian. Niektóre prawobieżne obiegi gazowe. 4. Mieszanka gazów; prawo Daltona – ciśnienie cząstkowe składnika, właściwości mieszaniny, tworzenie mieszanin. 5. System substancji czyste; para nasycona; stopień suchości. Wykresy: T-p, T-s, h-s, tablice. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a 6. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Konwekcja. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 4. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 5. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 6. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła.</p>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<p>• 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).</p>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<p>• 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).</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W04, K_W14
<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-stałyca 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. • 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. • Wytyczenie 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, koło naprężeń Mohra. • Kolokwium nr 1</p>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<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-Ostenfielda. • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • 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. • Kolokwium nr 2 • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Modelowe badania elastooptyczne.</p>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<p>• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem: Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R, 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia. Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2005 Struktura dokumentacji Polityka Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania Środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS: EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czysta Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzanie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie</p>	

3.7. K - Komputerowo wspomagane wytwarzanie, niestacjonarne

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.	107 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.	2 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	148 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	104 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS

Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 godz.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach 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. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1152&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.7.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	1	N	
Sumy za semestr: 1			144	64	0	0	208	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
Sumy za semestr: 2			90	64	45	18	217	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	
3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 3			117	45	90	9	261	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
Sumy za semestr: 4			108	36	81	18	243	27	3	0

5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napęd i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 5			99	36	72	18	225	31	2	0
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	3	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KW	Przygotowanie i organizacja produkcji	18	0	18	9	45	6	T	
6	KW	Systemy CAM 1	9	0	18	0	27	4	N	
6	KW	Zastosowania MES w technologii maszyn	9	0	27	0	36	6	T	
6	KW	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	18	0	0	18	36	5	N	
Sumy za semestr: 6			81	18	72	36	207	29	3	0
7	KW	Modelowanie procesów produkcyjnych	18	0	18	0	36	4	N	
7	KW	Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe	9	0	27	0	36	6	T	
7	KW	Oprzrządowanie technologiczne	9	0	0	18	27	3	N	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Produkcja odchudzona	9	0	18	0	27	5	T	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	9	9	2	N	
7	KW	Systemy CAM 2	0	0	18	0	18	3	N	
7	KW	Systemy komputerowe w praktyce inżynierskiej	9	0	0	18	27	3	N	
Sumy za semestr: 7			54	0	81	45	180	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	18	18	12	N	
Sumy za semestr: 8			9	9	0	18	36	29	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			702	272	441	162	1577	240	18	0

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	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	11
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	1
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	25 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	2 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	506 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	45 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	17 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	179 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji	31

wykonawstwa (laboratoria)	
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte 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	130.50 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	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	280 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.	249 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1152&C=2019>

3.7.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1152&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<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. 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 sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami obsługiwanymi 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. Warsztwy 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. Siłowniki pneumatyczne i elektryczne, silniki elektryczne – dwufazowy, krokowy, trójfazowy z falownikiem Cw. 3. Regulatory. Analogowe regulatory ciągle, cyfrowe regulatory ciągle, 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 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 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 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 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 Fanuc • 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>	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
<p>• 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. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków,rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku 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.</p>	
Chemia ogólna 1	K_W02
<p>• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwolizacja/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).</p>	
Chemia ogólna 2	K_W02
<p>• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.</p>	
Ekologia	K_W11, K_K02

<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	K_W02
<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 metali	K_W02, K_U06
<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 czyste • 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_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> • 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczenie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały 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, 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Klady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego // lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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. 	
Język angielski 1	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> • Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słownictwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne. 	
Język angielski 2	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> • Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdota. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słownictwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne. 	
Język angielski 3	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> • Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji. 	
Język angielski 4	K_U04
<ul style="list-style-type: none"> • Rytuály i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przeszłość i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przymiakami. Przeszłość. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przeszłość. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwyczajni ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. 	
Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	K_K02

• Ogólna charakterystyka pojazdów specjalnych. Rozwiązania konstrukcyjne pojazdów specjalnych. Układy napędowe, sterowania i automatyki pojazdów specjalnego zastosowania. Diagnostyka pojazdów specjalnych i ich charakterystyki techniczne	
Maszyny technologiczne	K_W13, K_W15, K_U15
<p>• 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 maszyny, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytywe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielorzecionowe, Gwinciaraki. • 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 bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyn, Szlifierki ostrzarki, Obrabiarki do osielkowania 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, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, 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, 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.</p>	
Matematyka 1	K_W01
<p>• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cyklotomiczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie prostej, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.</p>	
Matematyka 2	K_W01
<p>• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.</p>	
Matematyka 3 (metody numeryczne)	K_W18
<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. 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. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.</p>	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
<p>• Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odszałcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem - wykres równowagi fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niesstopowa. Staliwo. Żeliwo. • Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych. • Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.</p>	
Materiały konstrukcyjne 2	K_W07, K_U06, K_U10
<p>• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Miedź i jej stopy. • Stopy aluminium • 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 • Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.</p>	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04
<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 przesytnione. • 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 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 kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • 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 układu sił. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i kłockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • 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. • Ruch złożony punktu.</p>	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
<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. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły, dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych,</p>	

<p>środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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</p>	
<p>Mechanika płynów</p>	<p>K_W02, K_W03</p>
<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizykalna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka 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 Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnienieowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zewężka 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 Francisca. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ 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. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Przewody równoległe. Kawitacja. Uderzenie hydrauliczne. Płyny nieniutonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatywny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu.</p>	
<p>Metrologia i systemy pomiarowe</p>	<p>K_W08</p>
<p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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.</p>	
<p>Modelowanie procesów produkcyjnych</p>	<p>K_W05</p>
<p>• Cele modelowania procesów produkcyjnych. Dyskretny systemy produkcyjne jako obiekt modelowania. Klasyfikacja procesów produkcyjnych. Przegląd metod modelowania procesów produkcyjnych. Systematyka 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 reprezentacje sieci. Dynamika sieci Petri. Klasyfikacja sieci Petriego. Czasowe sieci Petriego. Sieci deterministyczne i stochastyczne. Przykłady zastosowań czasowych sieci Petriego do modelowania i oceny wydajności systemów produkcyjnych. • Kolorowe sieci Petriego. Podstawowe definicje. Analiza kolorowych sieci Petriego. Przykłady zastosowań do modelowania wieloasortymentowych systemów produkcyjnych. • Modele systemów masowej obsługi. Podstawowe pojęcia teorii masowej obsługi (strumień zgłoszeń wejściowy, rozkład czasów obsługi zgłoszeń, proces obsługi, regulamin kolejki. Łańcuchy Markowa. Sieci kolejkowe otwarte i zamknięte. Wielkości opisujące własności sieci kolejkowych. Modelowanie i analiza dyskretnych systemów produkcyjnych za pomocą sieci kolejkowych. • Zasady symulacji komputerowej. Symulacja z ustalonym taktom czasowym oraz symulacja zdarzeniowa. Podstawowe etapy budowy modelu symulacyjnego. Implementacja symulacji komputerowej systemów zdarzeń dyskretnych. • Modelowanie elastycznych systemów produkcyjnych. Harmonogramowanie w systemach elastycznych. Planowanie i sterowanie produkcją. Modelowanie systemów zrobotyzowanych. Zastosowanie technologii sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Systemy ekspertowe. Inteligentne systemy wspomaganie decyzji w sterowaniu i zarządzaniu systemami produkcyjnymi. • Modelowanie i symulacja kolejności montażu za pomocą teorii grafów. • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą aparatu sieci Petri. Model analityczny: funkcje wejść, wyjść, macierz incydencji, znakowanie początkowe. Dynamika wykonania sieci Petri, graf znakowań osiągalnych. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Opis poszczególnych operacji technologicznych za pomocą modeli sieciowych. Modelowanie procesów technologicznych obróbki i montażu. Optymalizacja rozwiązań technologicznych. Analiza i ocena modeli czasowych sieci Petri. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Ocena wydajności systemów produkcyjnych za pomocą czasowych sieci Petri. • Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą sieci kolejkowych z wykorzystaniem Enterprise Dynamics. Modelowanie elastycznych systemów i zrobotyzowanych. • Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Opracowanie aplikacji do komputerowego wspomaganie harmonogramowania zadań w systemach produkcyjnych. Modelowanie rozmyte z zastosowaniem pakietu Fuzzy Logic Toolbox for Matlab.. Zaliczenie przedmiotu.</p>	
<p>Napęd i sterowanie maszyn</p>	<p>K_W15</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 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.</p>	
<p>Obrabiarki sterowane NC i systemy narzędziowe</p>	<p>K_W09</p>
<p>• Wprowadzenie do CNC: porównanie obrabiarek konwencjonalnych, NC, CNC; układy sterowania NC; cechy charakterystyczne obrabiarek NC; wymagania stawiane obrabiarkom CNC; zalety obrabiarek CNC; punkty charakterystyczne obrabiarki CNC. Sterowanie obrabiarek: układ otwarty, zamknięty; regulacja; rodzaje sterowania układów CNC; interpolacja; układy sterowania. • Modułowa budowa obrabiarek: istota i zasady budowy modułowej; aspekty modułowej budowy obrabiarek; obrabiarki przekształcalne; dokładność geometryczna i dokładność pozycjonowania; sztywność statyczna obrabiarek; drgania w obrabiarkach; stabilność termiczna; obrabiarka sterowana numerycznie jako obiekt mechatroniczny. • Elementy, mechanizmy i komponenty obrabiarek: korpusy obrabiarek; połączenia prowadnicowe. • Napędy główne: wymagania i klasyfikacja napędów głównych w obrabiarkach; wrzeciona obrabiarek – podstawowe wymagania; łożyskowanie wrzecion; Mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; wrzecienniki – zespoły wrzecionowe; elektrowrzeciona. • Napędy ruchu posuwowego: klasyfikacja i charakterystyka napędów ruchu posuwowego; mechaniczne przekładnie ruchu obrotowego; przekładnie przekształcające ruch obrotowy na postępowy. Elektryczne układy</p>	

napędowe, układy sensoryczne: układy napędowe prądu stałego; układy napędowe prądu przemiennego; cyfrowe układy napędowe; układy sensoryczne. • Klasyfikacja, budowa i rozwiązania konstrukcyjne narzędzi. Odmianny konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania. • Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki • Ustawianie obrabiarek - ustawianie frezarki • Pomiary dokładności obrabiarek CNC z wykorzystaniem urządzeń diagnostycznych. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Projektowanie napędu głównego obrabiarki CNC. • 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. • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Ekonomia eksploatacji narzędzi składanych; cel, wymogi i ekonomika stosowania systemów narzędziowych; kodowanie i identyfikacja narzędzi, zarządzanie danymi narzędziowymi w produkcji.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
• 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	
Oprzętdowanie technologiczne	K_W05
• Omówienie tematyki zajęć, literatura. Oprzętdowanie technologiczne – podział, zalety stosowania, zagadnienia bazowania i oznaczania elementów ustalających i mocujących. Przegląd obrabiarek ze zwróceniem uwagi na wyposażenie standardowe i specjalne oraz opis konstrukcji stołów i wrzecion. Rozwiązania konstrukcyjne stołów i końcówek wrzecion obrabiarek. Elementy uchwyty obróbkowych, zasady ustalania, ustalanie płaszczynami. Ustalanie powierzchniami walcowymi zewnętrznymi i wewnętrznymi, powierzchniami kształtowymi. Elementy mocujące uchwyty, zamocowania gwintowe, klinowe, mimośrodowe i krzywkowe. Elementy ustalające i prowadzące narzędzia, elementy i mechanizmy podziałowe. • Omówienie cech uchwytów specjalnych, prezentacja uchwytów. Omówienie ogólnych zasad projektowania uchwytów obróbkowych, przedstawienie przykładu praktycznego. Wydanie tematów projektów. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania.	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
• Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. Proces techniczny i jego składowe. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. 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 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.	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W03
• 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 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 - 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. 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
• 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 samohamowności 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 sztywności 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. • Sprzęgła, hamulce. Dobór i obliczanie • 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 wykreślną - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
• Podstawy teorii tarcia, smarowania i zużycia maszyn • 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 cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła w budowanym 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. 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. • Rozkłady naprężeń w połączeniach nitowych i spawanych • Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym • Normalizacja i typizacja części maszynowych • Łożyska toczne i ślizgowe, rodzaje, dobór • Badania stanowiskowe sprzęgieł • Badania stanowiskowe przekładni	
Podstawy MES	K_W18
• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.	
Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
• Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania • Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów • Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych,	

budowy ze względu na obszar zastosowań • Chwytaaki: klasyfikacja chwytaków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaków • Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO • Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczanie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości • Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym • 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	
Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	K_K01, K_K03, K_K04
• Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję. • Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta	
Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki	
Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
• Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyk i zrealizowane przez studenta • Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki • Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanymi w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie	
Produkcja odchudzona	K_W12
• Istota zarządzania Lean Manufacturing, zasady szczupłej produkcji, szczupłe praktyki wytwarzania. Charakterystyka wybranych narzędzi LM (TQM, kanban, Jidka, Andon, Chaku-chaku). • Zarządzanie wizualne w systemach produkcyjnych. • Zarządzanie przestrzenią roboczą z wykorzystaniem metody 5S • Kompleksowe utrzymanie maszyn TPM. Wskaźnik OEE. • Redukcja czasów przebrajania maszyn technologicznych - metoda SMED. • Zapobieganie bledom - Poka Yoke. System ZQC • Metoda 3P (Production, Preparation and Process). Projektowanie linii U-kształtnych. • Mapowanie strumienia Wartości VSM	
Przygotowanie i organizacja produkcji	K_W12
• Istota zarządzania produkcją i usługami. Definicje pojęć: zarządzanie, produkcja, usługi. Cele i zadania zarządzania produkcją – jakość, niezawodność, konkurencyjność. Fazy rozwoju zarządzania produkcją i usługami. • Charakterystyka systemu produkcyjnego. Definicja systemu. Struktura systemu produkcyjnego. Otoczenie systemu produkcyjnego. Produktowność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktywności. Metody oceny produktywności. • Wektor wejścia i wyjścia systemu produkcyjnego. Charakterystyka czynników produkcji (przedmiotów pracy, środków pracy, zasobów ludzkich, energii) oraz produktów (wyrobów, usług, odpadów, wyrobów niegodnych-braków). • Procesy transformacji zachodzące w systemach produkcyjnych. Proces przygotowania produkcji (projektowanie wyrobu, projektowanie i wybór procesu technologicznego, lokalizacja przedsiębiorstwa, rozmieszczenie obiektów), proces wytwarzania, proces dystrybucji. Charakterystyka elementów składowych podstawowego procesu wytwarzania. Klasyfikacja i charakterystyka przemysłowych procesów wytwarzania. Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. Metody skracania cyklu wytwarzania (przebieg szeregowy, szeregowo-równoległy, równoległy asynchroniczny, równoległy synchroniczny). Zarządzanie zapasami. Zapasy produkcji w toku. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej. Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska robocze i modułu produkcyjnego. Struktury produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszananej. Projektowanie systemów produkcyjnych. Wybór wyposażenia i obsługa eksploatacyjna. • Prognozowanie popytu. Planowanie i sterowanie produkcją i realizacją usług. Zasady planowania produkcji (sterowanie ilością lub terminami). Sterowanie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe. Normatywy sterowania przepływem produkcji. Analiza przepływu produkcji – metody symulacyjne i analityczne. Zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi i harmonogramowanie. • 7. Współczesne metody i systemy zarządzania produkcją i usługami. Logistyczne zarządzanie produkcją (systemy MRP/ERP – komputerowe wspomaganie zarządzania produkcją i usługami, JIT - strategia produkcji „Dokładnie na czas”, OPT - zarządzanie wąskimi gardłami). Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy. Odchudzone wytwarzanie (Lean Manufacturing). Założenia koncepcji Lean Manufacturing. Metody diagnozowania i usprawniania procesów produkcyjnych. Mapowanie strumienia wartości. • Projekt systemu produkcyjnego. Obliczanie optymalnej liczebności partii produkcyjnej. Dla systemów pracy dwuzmianowej bilansowanie zapotrzebowania na zdolności produkcyjne (wyznaczanie liczby stanowisk roboczych, liczby pracowników). Opracowanie harmonogramu pracy komórek produkcyjnej. Dobór wyposażenia technologicznego i obliczanie powierzchni komórki produkcyjnej. Dobór hali typowej. Rozmieszczenie stanowisk roboczych metodą MAT. Dobór wyposażenia stanowisk roboczych. Opracowanie rysunku zaprojektowanego systemu produkcyjnego. Bilansowanie zapotrzebowania na materiały podstawowe, pomocnicze i energię. Obliczenia liczby środków transportu wewnętrznego. • Zajęcia wprowadzające. Instruktaż BHP. Analiza struktury procesu wytwarzania z wykorzystaniem wybranych narzędzi badania pracy (karta procesu, karta przebiegu, wykres przebiegu, tablica krzyżowa przemieszczeń). • Organizacja stanowisk roboczych. • Ocena ergonomii stanowisk pracy. • Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu, migawkową oraz ruchów elementarnych. • Zasady organizacji produkcji: liniowości, koncentracji w czasie i przestrzeni.	
Systemy CAD	K_W18
• Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAx • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD • Modelowanie bryłowe 2.5D i 3D • Modelowanie obiektowe • Modelowanie parametryczne • Modelowanie hybrydowe • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD • Element typu kostka, płytki • Element typu foremka, wspornik • Element typu tulejka, dźwignia • Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożeń • Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy • Zespół: Zespół sprzęgłowy • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego	
Systemy CAM 1	K_W05
• 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-osiowego. Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. Definiowanie profilu przedmiotu, zera przedmiotu, półfabrykatu, materiału półfabrykatu, uchwytu i inne czynności przygotowawcze. Moduł obróbki, definiowanie cykli i operacji. Generowanie programów sterujących. Generowanie i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. 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 2.5-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów.	
Systemy CAM 2	K_W05
• Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. Programowanie obróbki tokarskiej. 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-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. 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.

Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia

K_W07, K_W16, K_U14

• Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania. • Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła. • Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych. • Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęcznienie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze wiórów; diagram łamania wióra; powierzchnia obrabiana. • Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania; • Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe. • Czas maszynowy i czas skrawania • Przekładanie: ogólna charakterystyka przekładania; budowa i geometria przekładaczy; jakość powierzchni. • Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy. • Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy. • Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem. • Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie. • Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu. • Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrabianej w procesie toczenia. • Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce. • Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyczne. • Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów. • Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego • Pomiar temperatury w procesie skrawania • Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania.

Techniki wytwarzania - Odlewnictwo

K_W03, K_U10, K_U14

• 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. • Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów. Wykańczanie odlewów. • Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrojów formy. • Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy.

Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna

K_W03, K_U14

• Stan naprężenia; definicja naprężenia w punkcie ciała, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia oraz jego rozkład na część kulistą i dewiatorową, osiowo symetryczny stan naprężenia, płaski stan naprężenia i odkształcenia, geometryczne przedstawianie stanów naprężenia za pomocą kół Mohra. Warunki plastyczności i ich graficzna interpretacja. • Odkształcenie plastyczne; stan odkształcenia, miary odkształcenia, zależności pomiędzy stanami naprężenia i odkształcenia, mechanizm odkształcenia plastycznego, odkształcenie monokryształów oraz ciał 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 (cięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia toczeniem, wyoblanie i zgniatanie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciążanie, rozłaczanie, 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 odkształcenia w procesie wyłaczania naczyń cylindrycznych. Spęcznianie 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

Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych

K_W03, K_U14

• 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 roztworem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wyłaczania 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 wyłaczaniu. Zaliczenie

Techniki wytwarzania - Spawalnictwo

K_W03, K_U10, K_U14

• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.

Techniki wytwarzania - Technologia maszyn

K_W09, K_U14, K_K06

• 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 toczonego przedmiotu. Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi

Technologia informacyjna 1

K_W03

• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawdopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google

Technologia informacyjna 2

K_U05

• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszych czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwo mechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad

własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego

Termodynamika	K_W02, K_W03
<p>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe. Zasada Stanu, równania stanu: termiczne i kaloryczne. Działania mechaniczne - praca, obiegi. Działania termiczne - ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki. Zerowa Zasada Termodynamiki. II Zasada Termodynamiki. 2. Odwracalny obieg Carnota; całka Clausiusa, entropia. Tożsamość termodynamiczna. Zachowanie się entropii systemów odbywających zjawiska rzeczywiste. Prawo wzrostu entropii. Pojemności cieplne. Równanie Mayera. Obliczanie przyrostów entropii. 3. Gaz doskonały. Równanie stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich równania w układzie p-v oraz T-s. Obliczanie ciepła i pracy dla poszczególnych przemian. Niektóre prawdopodobne obiegi gazowe. 4. Mieszanka gazów; prawo Daltona – ciśnienie cząstkowe składnika, właściwości mieszaniny, tworzenie mieszanin. 5. System substancji czyste; para nasycona; stopień suchości. Wykresy: T-p, T-s, h-s, tablice. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a 6. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Konwekcja. Prawo Newtona. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Peçleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 4. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 5. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 6. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła.</p>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<p>• 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).</p>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<p>• 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).</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W04, K_W14
<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-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. • 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. • 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. • Wyteżenie 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, koło naprężeń Mohra. • Kolokwium nr 1</p>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W04, K_W14
<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. • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • 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. • Kolokwium nr 2 • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Modelowe badania elastooptyczne.</p>	
Zarządzanie środowiskowe	K_W12, K_U13, K_K05
<p>• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem: Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R, 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystszej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2005 Struktura dokumentacji Polityka Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS; EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czysta Produkcja (Program CP; Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzenie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie</p>	
Zastosowania MES w technologii maszyn	K_W18
<p>• 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 spęczniania na zimno w osiowoosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wykrąwania 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. Budowa modelu powierzchniowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami bez zastosowania 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 wtryskiwania tworzyw sztucznych: MoldFlow MPA oraz MPI, import modeli CAD do środowiska CAE. Modelowanie numeryczne technologii wtryskiwania w systemie Moldflow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacje efektywności chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, projekt i optymalizacja układu wlewowego – imbalance ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE. Zasady korzystania z baz danych elementów znormalizowanych tłoczników i form wtryskowych, import modeli części do systemu CAD.</p>	

• Zarządzanie produkcją. 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. Szeregi czasowe. Modele prognozowania. Błąd prognozy. Opcje decyzyjne i strategie planowania zagregowanego. • Planowanie i sterowanie zasobami produkcyjnymi – systemy MRP II. Rodzaje struktur produktów. Podsystem struktury wyrobów BOM. System planowania potrzeb materiałowych MRP. System planowania zdolności produkcyjnych CRP. • Planowanie i sterowanie przepływem produkcji – systemy PPC. Funkcje systemów planowania i sterowania produkcją PPC. Integrycyjna 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, pogoni za popytem, mieszanej. • Budowa struktury wyrobu (BOM) – wykaz komplekcyjny 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 Johsona. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego, algorytm harmonogramowania wielopoziomowego.

3.8. P - Pojazdy specjalne i specjalizowane, niestacjonarne

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.	108 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.	2 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	148 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	104 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	30 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	900 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	10 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	10 godz.

Szczegółowe informacje o:

1. związkach 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=K&K=M&TK=html&S=1266&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	KI	BHP i ergonomia	9	0	0	0	9	1	N	
1	KO	Chemia ogólna 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KI	Ekologia	18	0	0	0	18	2	N	
1	KW	Fizyka	18	18	0	0	36	6	T	
1	KW	Grafika inżynierska 1	9	9	0	0	18	3	N	
1	KW	Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania	18	0	0	0	18	2	N	
1	FB	Matematyka 1	18	18	0	0	36	6	T	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 1	18	0	0	0	18	2	N	
1	KO	Przedmiot humanistyczny 2	18	0	0	0	18	2	N	
1	KI	Technologia informacyjna 1	9	0	0	0	9	2	N	
1	WF	Wychowanie fizyczne 1	0	10	0	0	10	1	N	
Sumy za semestr: 1			144	64	0	0	208	30	2	0
2	KO	Chemia ogólna 2	9	0	18	0	27	3	N	
2	KW	Fizyka metali	9	0	18	0	27	4	T	
2	KW	Grafika inżynierska 2	18	0	0	18	36	5	N	
2	FB	Matematyka 2	18	27	0	0	45	6	T	
2	KO	Mechanika ogólna 1	18	18	0	0	36	6	T	
2	KI	Technologia informacyjna 2	0	0	9	0	9	2	N	
2	WF	Wychowanie fizyczne 2	0	10	0	0	10	1	N	
2	KI	Zarządzanie środowiskowe	18	9	0	0	27	3	N	
Sumy za semestr: 2			90	64	45	18	217	30	3	0
3	DJ	Język angielski 1	0	18	0	0	18	2	N	

3	KI	Matematyka 3 (metody numeryczne)	9	0	9	0	18	2	N	
3	KO	Materiały konstrukcyjne 1	18	0	9	0	27	3	N	
3	KO	Mechanika ogólna 2	18	18	0	0	36	5	T	
3	KW	Metrologia i systemy pomiarowe	18	0	18	0	36	3	N	
3	KI	Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
3	KW	Systemy CAD	9	0	27	0	36	3	N	
3	KO	Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	18	0	18	0	36	4	N	
3	KW	Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
3	KO	Wytrzymałość materiałów 1	18	9	0	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 3			117	45	90	9	261	33	2	0
4	DJ	Język angielski 2	0	18	0	0	18	2	N	
4	KO	Materiały konstrukcyjne 2	18	0	9	0	27	4	T	
4	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 1	18	0	0	18	36	4	T	
4	KI	Podstawy robotyki	9	0	18	0	27	2	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	18	0	36	3	N	
4	KW	Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	KO	Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	9	0	9	0	18	2	N	
4	KW	Termodynamika	9	9	9	0	27	3	N	
4	KO	Wytrzymałość materiałów 2	18	9	9	0	36	5	T	
Sumy za semestr: 4			108	36	81	18	243	27	3	0
5	KI	Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	9	9	9	0	27	4	N	
5	DJ	Język angielski 3	0	18	0	0	18	2	N	
5	KW	Mechanika płynów	9	9	9	0	27	3	N	
5	KW	Napęd i sterowanie maszyn	18	0	9	0	27	3	N	
5	KI	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	9	0	9	0	18	2	N	
5	KW	Podstawy konstrukcji maszyn 2	27	0	9	18	54	6	T	
5	KI	Podstawy MES	9	0	18	0	27	3	N	
5	KI	Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
5	KW	Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	18	0	9	0	27	3	T	
Sumy za semestr: 5			99	36	72	18	225	31	2	0
6	KW	Budowa mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	18	0	18	0	36	6	T	
6	DJ	Język angielski 4	0	18	0	0	18	3	T	
6	KW	Maszyny technologiczne	18	0	9	0	27	3	N	
6	KW	Materiały eksploatacyjne	9	0	9	0	18	4	N	
6	KW	Podstawy eksploatacji i niezawodności	9	0	0	9	18	2	N	
6	KW	Silniki spalinowe	18	0	18	0	36	5	N	
6	KW	Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	18	0	9	9	36	6	T	
Sumy za semestr: 6			90	18	63	18	189	29	3	0
7	KW	Diagnostyka (wybór)	9	0	18	0	27	4	T	
7	KW	Ekologia (wybór)	9	0	0	9	18	3	N	
7	KW	Eksploatacja (wybór)	18	0	18	0	36	6	T	
7	KI	Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	0	0	0	0	0	5	N	
7	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	9	9	2	N	
7	KW	Sterowanie (wybór)	18	0	18	0	36	4	N	
7	KW	Systemy CAD/CAM w projektowaniu (wybór)	15	0	9	18	42	4	N	
7	KW	Systemy komputerowe w projektowaniu pojazdów	9	0	0	18	27	3	N	
Sumy za semestr: 7			78	0	63	54	195	31	2	0
8	KW	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
8	DJ	Język angielski 5 - terminologia techniczna	0	9	0	0	9	1	N	
8	KW	Ochrona własności intelektualnej	9	0	0	0	9	1	N	
8	KI	Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	0	0	0	0	0	15	N	
8	KW	Projekt inżynierski	0	0	0	18	18	12	N	
Sumy za semestr: 8			9	9	0	18	36	29	1	0

SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:	735	272	414	153	1574	240	18	0
------------------------------------	------------	------------	------------	------------	-------------	------------	-----------	----------

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.

3.8.3. 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	18
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	27 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	528 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	49
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	47 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	15 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	179 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	32
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	160.50 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	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	254 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	31
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	320 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1266&C=2019>

3.8.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=K&K=M&TK=html&S=1266&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych	K_W03, K_U07, K_U13
<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 • 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 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 obsługiwanymi 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. • Chwytyki: klasyfikacja chwytaaków, chwytyki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytaaków. 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 (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 niby-ciągłej. • Charakterystyki w automatyce Cw. 1. Charakterystyki statyczne członów automatyki. Pomiar charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego oraz zaworu hydraulicznego. Określenie analitycznej postaci charakterystyki (aproksymacja 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 statycznych i dynamicznych. Przeprowadzić identyfikację obiektu na podstawie wykonanych pomiarów. • Analiza i synteza układów regulacji Cw. 1. Programy symulacyjne (program Cudas 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 całkowitego 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 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 Fanuc • 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	
BHP i ergonomia	K_W11, K_U08
• 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. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Rodzaje wypadków przy pracy (klasyczne rodzaje wypadków, rodzaje sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku 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 mobilnych pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W13
• Klasyfikacja pojazdów specjalnych i specjalizowanych. Budowa pojazdów specjalnych do prac ziemnych: koparki, zgarniarki, równiarki, spycharki, zrywarki, ładowarki. Budowa pojazdów specjalnych na bazie pojazdów samochodowych: cysterny, dźwigi samochodowe, pojazdy do oczyszczania dróg i miast, pojazdy sanitarne, pojazdy strażackie. Budowa pojazdów do przewozów specjalnych. Budowa podnośnikowych wózków jezdnych. Budowa pojazdów komunalnych. Budowa pojazdów specjalnego przeznaczenia: służby zdrowia, lotniskowe, sklepy, siłownie itp. Budowa pojazdów do przewozów specjalistycznych. Budowa pojazdów samowładowczych i samozaladowczych. Pojazdy wojskowe – podział, budowa, własności trakcyjne. Specjalne pojazdy wojskowe. Bojowe pojazdy pancerne – cechy konstrukcyjne, przeznaczenie. Pojazdy proekologiczne.	
Chemia ogólna 1	K_W02
• Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne, układ okresowy pierwiastków. • Wiązania chemiczne, hybrydyzacja. • Klasyfikacja związków nieorganicznych, nomenklatura związków nieorganicznych. • Budowa atomu i konfiguracja elektronowa atomu. • Typy reakcji chemicznych, kinetyka reakcji chemicznych, równowagi chemiczne, stała równowagi, przesunięcia równowagi chemicznej, reguła przekory. • Roztwory, sposoby wyrażania stężeń, równowagi w roztworach, roztwory koloidalne, roztwory elektrolitów, dysocjacja, przewodnictwo, definicje kwasowości, solwoliza/hydroliza. • Stany skupienia materii (właściwości gazów, cieczy i ciał stałych, ciekłych kryształów, plazmy).	
Chemia ogólna 2	K_W02
• Podstawowe pojęcia z elektrochemii, ogniwa. • Korozja metali, ochrona przed korozją. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku s. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku p. • Klasyfikacja pierwiastków - właściwości pierwiastków bloku d. • Podstawy chemii organicznej, klasyfikacja związków organicznych. • Podstawy chemii polimerów.	
Ekologia	K_W11, K_K02
• 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	K_W02
• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne	
Fizyka metali	K_W02, K_U06
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały	
Grafika inżynierska 1	K_W03, K_W06, K_U12
• 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 przynależne: przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny. • Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej. Obroty i kłady. Obrót dookoła 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 obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościanami. • Dokumentacja techniczna wyrobu (formaty arkuszy, tabliczki, podziały i linie rysunkowe, pismo techniczne). Rzuty prostokątne na ściany sześciangu. 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 dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1 część A: elementy proste, elementy przynależne. Elementy wspólne c.d. Kłady. • Sprawdzian nr 1 część B: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześciangu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch brył. • Przekroje proste na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.	
Grafika inżynierska 2	K_W03, K_W06, K_U12
• Wiadomości wstępne. Zastosowanie programu AutoCAD do tworzenia dokumentacji technicznej. Zasady korzystania z programu. • Podstawowe zasady rysowania i wymiarowania części maszyn. Tolerancje w budowie maszyn, Struktura geometryczna powierzchni. Zasady doboru pasowań • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń oraz zespołów w odniesieniu do różnego rodzaju konstrukcji maszyn. • Rysunek złożeniowy. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Test zaliczeniowy. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy, łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Praca kontrolna nr 1- połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna nr 2 – rysunek złożeniowy zespołu zawierającego takie części jak: wał, łożyska, koło zębate, koło pasowe. • 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.	
Język angielski 1	K_U04

• Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie. • Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela. • Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect • Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiedzi na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie. • Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenia mówienia. Pisanie: streszczenie • Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect. • Zapobieganie przestępstwa, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna. • Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja) • Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie. • Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej • Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie Zwyczaj z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie. • Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka. • Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.

Język angielski 2

K_U04

• Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki. • Niezwykłe doświadczenia Udzielanie rekomendacji Pisanie: wypowiedź na forum internetowym • Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe. • Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości. • Życzenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only. • Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczanie książek. Ulubione książki • Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny • Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles. • Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe. • Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie. • Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą. • Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu. • Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.

Język angielski 3

K_U04

• Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous) • List do samego siebie. Zdania wyrażające cel. • Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie. • Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym. • Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone. • Wydarzenia prawdziwe i zmyślane. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna • Rozprawka wyrażająca opinię • Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadywanie, wyrażanie przypuszczeń. • Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia. • Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe. • Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki. • Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym. • Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.

Język angielski 4

K_U04

• Rytuały i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”. • Program telewizyjny o mowie ciała. • Pamięć – co i jak pamiętamy. Przystępstwa i przestępstwa. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop. • Synonimy. Czasowniki, które występują z przyminikami. Przystępstwa. Gramatyka: czasowniki modalne. • Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotkami z poradami. • Przystępstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi. • Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody • Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne. • Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgę, logarytmy • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego. • Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.

Konstrukcje i pojazdy specjalnego zastosowania

K_K02

• Ogólna charakterystyka pojazdów specjalnych. Rozwiązania konstrukcyjne pojazdów specjalnych. Układy napędowe, sterowania i automatyki pojazdów specjalnego zastosowania. Diagnostyka pojazdów specjalnych i ich charakterystyki techniczne

Maszyny technologiczne

K_W13, K_W15, K_U15

• 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 uchwytywne, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciaraki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. • 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 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 uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębienia kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Obrabiarki do uzębienia: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębienia 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 1

K_W01

• Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Składanie funkcji. Funkcje cykliczne. Przegląd funkcji elementarnych. • Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać kanoniczna i trygonometryczna liczby zespolonej. Podstawowe działania w zbiorze liczb zespolonych. • Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, układy równań liniowych. Twierdzenie Kroneckera-Capelliego. • Elementy geometrii analitycznej: wektory, działania na wektorach, ich własności i interpretacja geometryczna, równanie proste, okrąg, elipsa, parabola i hiperbola. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Wypukłość funkcji. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji.

Matematyka 2

K_W01

• Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Zastosowania całki w mechanice. • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe. Ekstrema funkcji wielu zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. Przykłady zastosowań równań różniczkowych w mechanice.

Matematyka 3 (metody numeryczne)

K_W18

• 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. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.	
Materiały eksploatacyjne	K_W07
• Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw oraz substancji smarowych. Wykorzystanie paliw ciekłych – podstawy działania systemów zasilania spalinowych napędów środków transportu. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie iskrowym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizyko-chemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie benzyn silnikowych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizyko-chemicznych. Przechowywanie, dystrybucja i użytkowanie olejów napędowych. Paliwa roślinne i alkohole. Paliwa gazowe. Tarcie i smarowanie elementów maszyn. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Płyny hydrauliczne i płyny do układów chłodzenia. Smary plastyczne – klasyfikacja i ocena jakości. Prawne, techniczne i ekonomiczne aspekty stosowania biopaliw. Metody badawcze paliw i środków smarowych. • 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. Pomiar wskaźnika lepkości oleju silnikowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliwa konwencjonalnego i biopaliwa. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.	
Materiały konstrukcyjne 1	K_W07, K_U06, K_U10
• 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 fazowej, składniki fazowe mikrostruktury. Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo. • Metody badawcze w metaloznawstwie. Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych. • Podstawy metalografii ilościowej. Badania mikroskopowe stopów żelaza z węglem. Stal, staliwo i żeliwo.	
Materiały konstrukcyjne 2	K_W07, K_U06, K_U10
• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Miedź i jej stopy. • Stopy aluminium • 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 • Badania metalograficzne stali konstrukcyjnej stopowej, stali o szczególnych właściwościach, stali narzędziowej • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza. Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych.	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W04
• 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 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. • 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. • 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 układu sił. • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Kolokwium nr 1. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia. • Równowaga przestrzennego układu bryły i układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • 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. • Ruch złożony punktu.	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W04
• 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. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium nr 2. • 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_W03
• 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 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. 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 Francisca. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulenty. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko 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 nieniuetonowskie. Pomiar współczynnika strat liniowych. Wykres piezometryczny. • Ruch płynu rzeczywistego III: Koncepcja warstwy przyściennej. Opór tarcia. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów • Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablokowanie przewodu.	
Metrologia i systemy pomiarowe	K_W08
• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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. • 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_W15
<p>• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przeksztalcanie 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.</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W17
<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>	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W10, K_U09, K_U12, K_K05
<p>• 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 eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. 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 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_W03
<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, 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 - rodzaje, budowa, zasada działania. • Bezłączkowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - 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_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<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 samohamowności 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 toczone: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk toczone z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk toczone. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. • Sprzęgła, hamulce. Dobór i 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 obróki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. • Projekt II: Zaprojektować wałek maszynowy według zadanego schematu wraz z jego podporami. Wykonać obliczenia wałka metodą wykreślną - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych.</p>	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W05, K_W06, K_U03, K_U11
<p>• Podstawy teorii tarcia, smarowania i zużycia maszyn • 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 cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn • Projekt I: Zaprojektować sprzęgła 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. Dobrac schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatych. Dobrac łożysk toczone lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. • Rozkłady naprężeń w połączeniach nitowych i spawanych • Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowym • Normalizacja i typizacja części maszynowych • Łożyska toczone i ślizgowe, rodzaje, dobór • Badania stanowiskowe sprzęgieł • Badania stanowiskowe przekładni</p>	
Podstawy MES	K_W18
<p>• Podstawy matematyczne modelowania MES • Wykorzystanie oprogramowania do analizy MES.</p>	

Podstawy robotyki	K_W03, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania Elementy składowe i budowa robotów: podstawowe układy robotów Klasyfikacja i systematyzacja robotów: na podstawie własności geometrycznych, budowy ze względu na obszar zastosowań Chwytki: klasyfikacja chwytków, chwytaki siłowe, ze sztywnymi i elastycznymi końcówkami, podciśnieniowe, magnetyczne, kształtowe, wyposażenie chwytków Budowa i zastosowanie robotów klasy: PPP, OPP, OOP, OOO Modelowanie manipulatorów i robotów. Wyznaczanie liczby stopni swobody, ruchliwości i manewrowości Obliczanie chwytaka w ujęciu praktycznym 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 	
Praktyka dyplomowa (12 tyg.)	K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Poznawanie przemysłowych procesów produkcyjnych i doskonalenie umiejętności stosowania narzędzi oraz programów komputerowych wspomagających zarządzanie i produkcję Doskonalenie umiejętności i wiedzy efektywnego wykonywania zadań zawodowych na stanowisku pracy, kształcenie dobrej organizacji pracy własnej i efektywnego zarządzania czasem oraz samodzielnego i zespołowego wykonywania powierzonych zadań i obowiązków zawodowych 	
Praktyka przemysłowa 1 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyki i zrealizowane przez studenta 	
Praktyka przemysłowa 2 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyki i zrealizowane przez studenta Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki 	
Praktyka przemysłowa 3 (4 tyg.)	K_U08, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Prace i zadania zlecone przez opiekuna praktyki i zrealizowane przez studenta Samodzielne zadania realizowane przez studenta pod nadzorem opiekuna praktyki Poznanie organizacji ogólnej zakładu pracy i profilu produkcji, metod wytwarzania produktów stosowanych w zakładzie pracy oraz urządzeniami wykorzystywanymi w procesach produkcyjnych wytworów wykonywanych w zakładzie 	
Silniki spalinowe	K_W05
<ul style="list-style-type: none"> 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 doładowanie tłokowych silników spalinowych. Mechanika układu korbowego. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Rozwiązania konstrukcyjne systemów spalania. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół kadłuba, głowice i kolektory. Układ smarowania i chłodzenia. Układ zasilania i 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. Ocena procesu spalania w silniku na podstawie wykresu indykatorowego. Pomiar sprawności mechanicznej silnika. Pomiar stopnia napełniania cylindrów silnika. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika o ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Wyznaczanie charakterystyki kąta wyprzedzenia zapłonu (wtrysku) silnika. Wyznaczanie charakterystyki składu mieszanki silnika z ZI. Bilans cieplny silnika. Ocena parametrów pracy aparatury wtryskowej. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. 	
Systemy CAD	K_W18
<ul style="list-style-type: none"> Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów rzeczywistych Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D Modelowanie obiektowe Modelowanie parametryczne Modelowanie hybrydowe Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki RP. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD Element typu kostka, płytka Element typu foremka, wspomnik Element typu tulejka, dźwignia Kolokwium zaliczeniowe (modelowanie bryłowe i tworzenie rysunku wykonawczego). Wprowadzenie do złożeń Zespół: Wyciskacz, Wał maszynowy Zespół: Zespół sprzęgłowy Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Techniki wytwarzania - Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W16, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe związane z obróbką skrawaniem: definicja obróbki skrawaniem; zalety i wady obróbki skrawaniem; sposoby, odmiany i rodzaje obróbki skrawaniem; budowa przedmiotu obrabianego i narzędzia; kinematyczne i geometryczne parametry skrawania Geometria ostrza narzędzia skrawającego: budowa narzędzia skrawającego; układy odniesienia; płaszczyzny w układzie narzędzia; kąty w układzie narzędzia i ich rola; geometria ostrza noża tokarskiego i wiertła Materiały stosowane na narzędzia skrawające: ogólna charakterystyka materiałów narzędziowych; pokrycia ostrzy narzędzi skrawających; grupy materiałów obrabianych Proces tworzenia się wióra: strefa skrawania; narost; spęczanie wióra; rodzaje wiórów; pożądane i niepożądane postaci wiórów; łamacze łamania wióra; powierzchnia obrobiona Zużycie i trwałość ostrza narzędzia skrawającego: zużycie i stopień ostrza; zjawiska powodujące zużycie ostrza; wytrzymałościowe formy zużycia ostrza; wskaźniki zużycia ostrza; okres trwałości ostrza; dobór kryterium trwałości ostrza; zależność T(vc); dobór parametrów skrawania Siły, moc i ciepło w procesie skrawania: siły działające na narzędzie; opór właściwy skrawania; moc skrawania; ciepło w procesie skrawania; temperatura ostrza; wpływ parametrów skrawania na temperaturę ostrza; płyny obróbkowe Czas maszynowy i czas skrawania Przeciąganie: ogólna charakterystyka przeciągania; budowa i geometria przeciągaczy; jakość powierzchni Szlifowanie: wiadomości ogólne; szlifowanie zewnętrzne i wewnętrzne brył obrotowych; szlifowanie płaszczyzn; charakterystyka narzędzi materiałów ściernych; rodzaje materiałów ściernych; wielkość ziarna ściernego; spoiwa ściernic; twardość ściernic; kształty i wymiary narzędzi ściernych; oznaczenie ściernicy Obróbka erozyjna: charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną Pojęcia podstawowe: poznanie podstawowych pojęć związanych z obróbką skrawaniem, narzędziami oraz sposobami i rodzajami obróbki skrawaniem Parametry skrawania: zapoznanie z parametrami skrawania oraz ich wyznaczanie Toczenie: zapoznanie z odmianami toczenia, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy toczeniu Wpływ posuwu i prędkości skrawania na chropowatość powierzchni obrobionej w procesie toczenia Frezowanie: zapoznanie z odmianami frezowania, parametrami kinematycznymi i geometrycznymi przy frezowaniu, praktyczne poznanie rodzajów zabiegów możliwych do wykonania na frezarce Kształtowanie otworów: zapoznanie z ze sposobami kształtowania otworów; wiercenie; rozwiercanie; pogłębianie; gwintowanie; narzędzia, parametry geometryczne i kinematyka Szlifowanie: rodzaje; parametry technologiczne szlifowania; narzędzia i materiały do obróbki ściernic Obróbka elektroerozyjna i laserowa; zastosowanie i parametry procesów Pomiar sił skrawania przy użyciu czujnika piezoelektrycznego Pomiar temperatury w procesie skrawania Model wydajnościowy i ekonomiczny doboru parametrów skrawania Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów skrawania 	
Techniki wytwarzania - Odlewnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> 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. Specjalne metody spawania Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem Topienie w piecu elektrycznym. Zalewanie form. Wybijanie odlewów. Wykarczanie odlewów Wykonywanie rysunków, modeli, rdzennic, rdzeni, przekrój formy Projektowanie układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich. Opracowanie technologii wykonania formy 	
Techniki wytwarzania - Przeróbka plastyczna	K_W03, K_U14
<ul style="list-style-type: none"> 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 Odształcenie 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, ciągnienie), metody kształtowania blach (ciągnięcie i wykrwanie, 	

<p>gięcie, wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia toczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciążanie, 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 nacynia cylindrycznego. Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego</p>	
Techniki wytwarzania - Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W03, K_U14
<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 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>	
Techniki wytwarzania - Spawalnictwo	K_W03, K_U10, K_U14
<p>• Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</p>	
Techniki wytwarzania - Technologia maszyn	K_W09, K_U14, K_K06
<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 uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu. Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	
Technologia informacyjna 1	K_W03
<p>• Systemy pozycyjne i kodowanie informacji • Zastosowanie prawopodobieństwa i statystyki w kompresji danych • Liczby naturalne, kongruencje, ciała charakterystyki 2, kody CRC i szyfrowanie • Budowa mikroprocesora: architektura, jednostka arytmetyczno-logiczna, pamięć operacyjna, układy peryferyjne • Budowa komputera: procesor, karta graficzna, pamięć RAM, dysk twardy, zasilacz, obudowa • Interfejsy szeregowo: OneWire, I2C (TWI), SPI, UART, USB. Interfejs sieciowy przewodowy i bezprzewodowy • Kod maszynowy, assembler, język C - podstawa programowania mikroprocesorów • Języki wysokiego poziomu na przykładzie JavaScript • Arduino jako przykład przemysłowej platformy cyfrowej dla zastosowań dydaktycznych i przemysłowych • Technologie internetowe: HTML, JavaScript, CSS, PHP i SQL • Arkusz kalkulacyjny dla inżyniera: dane numeryczne, sortowanie, przekształcanie, prezentacja • Zespołowa praca nad dokumentami na przykładzie dokumentów Google</p>	
Technologia informacyjna 2	K_U05
<p>• Wstęp do programowania mikrokontrolerów, obsługa najprostszyc czujników • Obsługa bardziej zaawansowanych czujników i budowanie prostych aplikacji współpracujących z kilkoma czujnikami jednocześnie (obsługa LCD, obsługa termometru, obsługa silnika krokowego i serwomechanizmu, obsługa głośnika) • Nauka pisania dokumentacji umożliwiającej przekazanie kodu innym osobom • Praca zespołowa nad własnym projektem - urządzeniem integrującym obsługę co najmniej trzech czujników, wyświetlającym komunikaty na ekranie LCD i wykonującym polecenia przesłane za pomocą portu szeregowego • Poznawanie możliwości arkusza kalkulacyjnego jako narzędzia przydatnego do rozwiązywania problemów inżynierskich • Realizacja zadania zaliczeniowego pod kontrolą prowadzącego</p>	
Termodynamika	K_W02, K_W03
<p>• 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe. Zasada Stanu, równania stanu: termiczne i kaloryczne. Działania mechaniczne - praca, obiegi. Działania termiczne - ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki. Zerowa Zasada Termodynamiki. II Zasada Termodynamiki. 2. Odwracalny obieg Carnota; całka Clausiusa, entropia. Tożsamość Clausiusa. Zachowanie się entropii systemów odbywających zjawiska rzeczywiste. Prawo wzrostu entropii. Pojemności cieplne. Równanie Mayera. Obliczanie przyrostów entropii. 3. Gaz doskonały. Równanie stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich równania w układzie p-v oraz T-s. Obliczanie ciepła i pracy dla poszczególnych przemian. Niektóre prawobieżne obiegi gazowe. 4. Mieszanie gazów; prawo Daltona – ciśnienie cząstkowe składnika, właściwości mieszaniny, tworzenie mieszanin. 5. System substancji czystej; para nasycona; stopień suchości. Wykresy: T-p, T-s, h-s, tablice. Obieg parowy Clausiusa-Rankine'a 6. Wymiana ciepła. Przewodzenie. Prawo Fouriera. Równanie przewodzenia jednowymiarowego. Konwekcja. Prawo Newtona. Ustalane przewodzenie jednowymiarowe: płaska ścianka, cylindryczna. Przenikanie ciepła. Prawo Pecleta. Promieniowanie ciepła. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 4. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 5. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 6. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła.</p>	
Układy napędowe pojazdów specjalnych i specjalizowanych	K_W05
<p>• Rola i zadania układu napędowego. Rodzaje napędów w pojazdach specjalnych i specjalizowanych. Mechaniczne układy napędowe. Sprzęgła. Przekładnie. Wały napędowe i osie. Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. Mosty napędowe. Hydromechaniczne układy napędowe. Hydrostatyczne układy napędowe. Pneumatyczne (powietrzne) układy napędowe. Układy napędowe ciągników drogowych i pozadrogowych na podwoziu kołowym. Układy napędowe kołowych maszyn roboczych. Układy napędowe pojazdów gąsienicowych. Hybrydowe układy napędowe w pojazdach specjalnych i specjalizowanych. • Obliczenia i dobór sprzęgła ciernego. Dobór podzespołu hydrokinetycznego (sprzęgła hydrokinetycznego, przekładni hydrokinetycznej). Dobór przekładni mechanicznej w układzie napędowym. Obliczenia i dobór przekładni hydrostatycznej. Dobór wału napędowego i przegubu napędowego. Mechanizm skrętu pojazdu gąsienicowego. • Sprzęgła cierne. Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Przekładnie mechaniczne. Przekładnia automatyczna. Most napędowy. Wały i przeguby napędowe. Napęd hydrostatyczny.</p>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K04
<p>• 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).</p>	
Wychowanie fizyczne 2	K_K04
<p>• 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).</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W04, K_W14
<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</p>	

charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególnie 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. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne. • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a. • Wytężenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky'ego. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra. • Kolokwium nr 1

Wytrzymałość materiałów 2

K_W04, K_W14

• 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. • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych. • Kolokwium nr 1 • 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. • Kolokwium nr 2 • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania. • Statyczna próba ściskania, próba udarności. • Badania twardości metali. • Tensometria oporowa. • Modelowe badania elastooptyczne.

Zarządzanie środowiskowe

K_W12, K_U13, K_K05

• Wprowadzenie; Podstawowe pojęcia w SZŚ; Ewolucja zarządzania środowiskiem: Edukacja ekologiczna, Produkcyjne problemy ochrony środowiska, Zasady zarządzania środowiskowego, Strategie zarządzania środowiskowego (3R, 4R, 5R ; 3R/3U) w kontekście zrównoważonego rozwoju i czystszej produkcji • Systemowe podejście do ochrony środowiska: ISO 14000, EMAS, Ekorozwój regionalny - REMAS. Podstawowe pojęcia w Systemowym Zarządzaniu Środowiskowym; Normy ISO serii 14000; Geneza i istota norm ISO serii 14000; Zakres stosowania poszczególnych norm; • Struktura i treść normy PN-EN ISO 14001:2015; Terminologia, Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015 • Wymagania normy PN-EN ISO 14001:2015; (cd) Dokumentowanie wymagań PN-EN ISO 14001:2005 Struktura dokumentacji Polityka Środowiskowa i cele środowiskowe, Księga Zarządzania Środowiskiem, Procedury Systemu Zarządzania środowiskowego; Program zarządzania środowiskowego; Sterowanie operacyjne i sytuacje awaryjne, zapisy • Wymagania EMAS; EMAS w Polsce i na świecie. Zaangażowanie pracowników i Deklaracja środowiskowa • Czyste technologie, Czystsza Produkcja (Program CP: Filozofia CP, ochrona środowiska a CP, Polski Program CP), • Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. BAT (Best Available Technique) Najlepsze dostępne technologie. Ekoetykietowanie (Ecolabel) • Test • Wprowadzenie i omówienie ćwiczeń. Prezentacja wybranej (hipotetycznej organizacji) • Analiza aktualnych działań prośrodowiskowych w organizacji, określenie aktualnej Polityki Środowiskowej • Opracowanie instrukcji Identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych. Wybór znaczących aspektów i weryfikacja celów w Polityce Środowiskowej. Sporządzanie Polityki Środowiskowej; • Opracowanie programu środowiskowego • Opracowanie listy procedur, proceduryprocedury lub instrukcji SZŚ np. postępowania na wypadek awarii itp • Przygotowanie prezentacji w Power Point nt. wybranego zagadnienia z zakresu zarządzania środowiskowego. • Prezentacje i Zaliczenie