

Załącznik nr 2 do uchwały nr 54/2021 Senatu Politechniki Rzeszowskiej
im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 30.06.2021 r.

Program studiów

Mechanika i budowa maszyn

pierwszego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Mechanika i budowa maszyn
Poziom studiów	pierwszego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki
Wskazanie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych lub dziedzin sztuki i dyscyplin artystycznych, do których został przyporządkowany kierunek studiów	inżynieria mechaniczna
Liczba semestrów	studia stacjonarne: 7 studia niestacjonarne: 8
Specjalności realizowane na kierunku	studia stacjonarne: Specjalność: Inżynieria odlewnictwa Specjalność: Inżynieria odnawialnych źródeł energii Specjalność: Inżynieria spawalnictwa Specjalność: Komputerowo wspomagane wytwarzanie Specjalność: Napędy mechaniczne Specjalność: Pojazdy samochodowe - Inżynieria napędów pojazdów samochodowych Specjalność: Pojazdy samochodowe - Inżynieria pojazdów samochodowych Specjalność: Programowanie i automatyzacja obróbki studia niestacjonarne: Alternatywne źródła i przetwarzanie energii Inżynieria odlewnictwa Inżynieria spawalnictwa Komputerowo wspomagane wytwarzanie Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów Pojazdy samochodowe - Samochody Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe Programowanie i automatyzacja obróbki
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	210
Łączna liczba godzin zajęć	studia stacjonarne: Specjalność: Inżynieria odlewnictwa: 2565 Specjalność: Inżynieria odnawialnych źródeł energii: 2550 Specjalność: Inżynieria spawalnictwa: 2565 Specjalność: Komputerowo wspomagane wytwarzanie: 2535 Specjalność: Napędy mechaniczne: 2535 Specjalność: Pojazdy samochodowe - Inżynieria napędów pojazdów samochodowych: 2535 Specjalność: Pojazdy samochodowe - Inżynieria pojazdów samochodowych: 2535 Specjalność: Programowanie i automatyzacja obróbki: 2535 studia niestacjonarne: Alternatywne źródła i przetwarzanie energii: 1500 Inżynieria odlewnictwa: 1500 Inżynieria spawalnictwa: 1500 Komputerowo wspomagane wytwarzanie: 1502 Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów: 1500 Pojazdy samochodowe - Samochody: 1500 Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe: 1500 Programowanie i automatyzacja obróbki: 1524
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Zna i rozumie aparat matematyczny niezbędny do opisu zagadnień mechanicznych i procesów technologicznych, w tym: algebrę, analizę, probabilistykę oraz elementy matematyki dyskretnej i stosowanej	P6S_WG
K_W02	Posiada wiedzę w zakresie fizyki i chemii niezbędną do analizy i zrozumienia zagadnień technicznych oraz formułowania i rozwiązywania prostych zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_WG
K_W03	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie mechaniki technicznej i wytrzymałości materiałów niezbędną do formułowania i rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki oraz wykonywania analiz wytrzymałościowych elementów maszyn	P6S_WG
K_W04	Ma elementarną wiedzę w zakresie dyscyplin powiązanych z mechaniką i budową maszyn, takich jak np: automatyka i robotyka, inżynieria materiałowa, inżynieria produkcji, transport, informatyka, elektronika i elektrotechnika, termodynamika w zakresie niezbędnym do wykonywania zadań inżynierskich z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_WG

K_W05	Ma szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_WG
K_W06	Ma szczegółową wiedzę związaną z metodyką projektowania maszyn i urządzeń, odwzorowaniem i wymiarowaniem konstrukcji, obliczeniami wytrzymałościowymi układów mechanicznych oraz technikami komputerowego wspomagania projektowania maszyn	P6S_WG
K_W07	Posiada wiedzę na temat materiałów inżynierskich stosowanych w budowie maszyn oraz metod kształtowania własności materiałów metalicznych. Zna i potrafi dobierać odpowiednie technologie wytwarzania produktów oraz parametry procesu produkcyjnego	P6S_WG
K_W08	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metrologii, metod szacowania błędów oraz posługiwania się aparaturą pomiarową	P6S_WG
K_W09	Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze mechaniki i budowy maszyn (m.in. technikach wytwarzania, technikach rapid prototyping, zintegrowanych systemach wytwarzania, inżynierii ruchu)	P6S_WG
K_W10	Posiada wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów mechanicznych oraz metodach planowania i nadzorowania zadań obsługowych dla zapewnienia niezawodnej eksploatacji maszyn i urządzeń	P6S_WG
K_W11	Ma wiedzę ogólną niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżyniera mechanika, zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujące w przemyśle maszynowym	P6S_WK
K_W12	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania w przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego, w tym zarządzania jakością i produkcją z wykorzystaniem narzędzi komputerowego wspomagania	P6S_WK
K_W13	Ma podstawową wiedzę dotyczącą transferu technologii w przemyśle maszynowym	P6S_WK
K_W14	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu realizacji procesu technologicznego dla podstawowych typów obrabiarek, z uwzględnieniem ich budowy, kinematyki, przeznaczenia i możliwości technologicznych	P6S_WG
K_W15	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą prowadzenie podstawowych analiz zagadnień liniowych wytrzymałości konstrukcji	P6S_WG
K_W16	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu budowy maszyn technologicznych w tym obrabiarek sterowanych numerycznie oraz charakterystyki stosowanych w nich układów napędowych	P6S_WG
K_W17	Ma podstawową wiedzę z zakresu technologii obróbki ubytkowej, w tym również z rozwiązaniami konstrukcyjnymi narzędzi skrawających i ściernych, właściwościami nowoczesnych materiałów narzędziowych oraz stosowanym oprzyrządowaniem	P6S_WG
K_W18	Posiada ogólną wiedzę na temat tworzenia i prowadzenia przedsięwzięć gospodarczych wdrażających wiedzę z zakresu mechaniki i budowy maszyn w działalności gospodarczej	P6S_WK
K_W19	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P6S_WK
K_W20	Posiada wiedzę o normach, regułach struktur organizacyjnych i instytucji społecznych oraz o ich źródłach, naturze, zmianach i sposobach działania	P6S_WK
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (także w języku angielskim), integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie	P6S_UW
K_U02	Potrafi oszacować czas i zasoby potrzebne do realizacji zadania, potrafi opracować harmonogram prac inżynierskich zapewniający dotrzymanie terminów	P6S_UW
K_U03	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku obcym, przygotować i przedstawić prezentację ustną dotyczącą zagadnień z zakresu mechaniki i budowy maszyn	P6S_UK
K_U04	Posiada podstawowe umiejętności konieczne do opracowania, udokumentowania i przedstawienia przy użyciu metodologii i technik stosowanych w nauce i technice, w sposób komunikatywny, precyzyjny i zrozumiały w środowisku inżynierów ale także poza nim, także w języku obcym, różnego rodzaju projektów, raportów, sprawozdań i opracowań dotyczących zagadnień z mechaniki i budowy maszyn	P6S_UK
K_U05	Potrafi, w ramach realizacji zadań inżynierskich z dziedziny mechaniki i budowy maszyn, posługiwać się wybranym językiem obcym w sposób spełniający wymagania Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego na poziomie B2	P6S_UK
K_U06	Ma umiejętność samokształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych	P6S_UU
K_U07	Potrafi posługiwać się odpowiednio dobranymi aplikacjami komputerowymi wspomagającymi projektowanie i wytwarzanie oraz realizującymi badania symulacyjne części i systemów mechanicznych; potrafi przedstawić otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej oraz zinterpretować wyniki i wyciągnąć poprawne wnioski	P6S_UW
K_U08	Potrafi planować i przeprowadzać badania własności maszyn i ich elementów, w tym pomiary, eksperymenty fizyczne i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	P6S_UW
K_U09	Potrafi rozwiązywać zadania inżynierskie wykorzystując metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne	P6S_UW
K_U10	Potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich obejmujących projektowanie elementów i urządzeń mechanicznych - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne	P6S_UW
K_U11	Ma przygotowanie do podjęcia pracy w przemyśle maszynowym, stosuje zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w środowisku przemysłowym	P6S_UW
K_U12	Potrafi przeprowadzić wstępną analizę ekonomiczną podejmowanych działań inżynierskich	P6S_UW

K_U13	Posiada umiejętność posługiwania się systemami normatywnymi oraz konkretnymi normami i regułami	P6S_UW
K_U14	Potrafi zaplanować i przeprowadzić testy części i urządzeń mechanicznych oraz w przypadku wykrycia nieprawidłowości zdiagnozować przyczyny ich powstawania i zaplanować działania zapobiegawcze	P6S_UW
K_U15	Potrafi opracować specyfikację nieskomplikowanych urządzeń mechanicznych oraz prostych działań projektowych obejmującą podstawowe parametry funkcjonalne	P6S_UW
K_U16	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich typowych dla mechaniki i budowy maszyn oraz wybierać i stosować odpowiednie metody i narzędzia	P6S_UW
K_U17	Potrafi zaprojektować oraz zrealizować urządzenie, system mechaniczny, proces produkcyjny zgodnie z zadaną specyfikacją, przy użyciu właściwych metod, technik i narzędzi	P6S_UW
K_U18	Posiada umiejętność projektowania oraz doskonalenia konkretnych procesów produkcyjnych i systemów zarządzania z wykorzystaniem standardowych metod i narzędzi	P6S_UW
K_U19	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania organizacyjne i techniczne w szczególności systemy, procesy, usługi i urządzenia	P6S_UW
K_U20	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego kształcenia się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia innych	P6S_UU
K_K01	Ma świadomość pozatechnicznych skutków działalności inżynierskiej i związanej z tym odpowiedzialności, dostrzega aspekty społeczne, ekologiczne i ochrony środowiska przyrodniczego w rozwiązaniach technicznych i technologicznych przemysłu maszynowego	P6S_KO
K_K02	Ma świadomość opiniotwórczej i kulturotwórczej roli społecznej absolwenta wyższej uczelni, prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera oraz przestrzega zasad etyki zawodowej i profesjonalizmu	P6S_KO P6S_KR
K_K03	Potrafi pracować indywidualnie i w zespole oraz potrafi podporządkowywać się zasadom pracy w zespole, potrafi zdefiniować priorytety w działalności indywidualnej i grupowej oraz ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	P6S_UO
K_K04	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO
K_K05	Rozumie potrzebę przekazywania społeczeństwu - m.in. poprzez środki masowego przekazu - informacji o osiągnięciach techniki oraz innych aspektach działalności inżyniera i potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały	P6S_KO
K_K06	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych jak również zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	P6S_KK

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

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

3.1. Specjalność: Inżynieria odlewnictwa, 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.	111 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
- 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?Ing=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1429&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.1.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1
2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	

4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MG	Kryształizacja stopów	15	0	30	0	45	2	N	
6	MG	Maszyny i urządzenia odlewnicze	15	0	15	0	30	3	N	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MG	Metody odlewania	30	0	30	0	60	4	T	
6	MG	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MG	Programowanie robotów przemysłowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MG	Stopy odlewnicze	30	0	30	0	60	3	N	
6	MG	Technologia form	30	0	30	0	60	4	T	
Sumy za semestr: 6			195	30	195	15	435	30	3	0
7	MG	Badania odlewów	30	0	30	0	60	3	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	MG	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
7	MG	Technologia topienia	15	0	15	0	30	4	T	
7	MG	Tworzywa na formy odlewnicze	15	0	30	0	45	5	T	
Sumy za semestr: 7			75	0	75	30	180	30	2	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1215	480	720	150	2565	210	17	6

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 osiąganych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	359 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	40
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	137 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych 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	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	87.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	130 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	25
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	209 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1429&C=2021>

3.1.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1429&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Badania odlewów	K_W04, K_W05, K_W07, K_W10, K_W12, K_U04, K_U08, K_U13, K_U18, K_K03
• Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne. badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena 	
<p>maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.</p>	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej Widmo atomowe Przepływ ciepła w metalach i stopach Przewodnictwo elektryczne metali i stopów Właściwości magnetyczne metali i stopów Zjawiska termoelektryczne Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. Kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcienu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn Test zaliczeniowy Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcienu metodą europejską. Praca na zajęciach (na ocenę) - rzuty prostokątne na ściany sześcienu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnego programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, ciepłe, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. • Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Krystalizacja stopów	K_W04, K_W07, K_W14, K_U08, K_U10, K_U17
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne: siła pędna, równowagowa temperatura krystalizacji i równowagowy współczynnik rozdziału składnika. • Zarodkowanie kryształów: homogeniczne, heterogeniczne i dynamiczne. Wzrost kryształów. Front krystalizacji i jego trwałość. • Krystalizacja objętościowa i kierunkowa. Wpływ gradientu temperatury na segregację składnika, topienie strefowe. • Warunki i sekwencja przejścia od płaskiego do dendrytycznego frontu krystalizacji. • Modyfikacja stopów. Krystalizacja eutektyk i ich klasyfikacja. Szybka krystalizacja. Kształtowanie pierwotnej struktury odlewu. • Badanie wpływu grubości ścianki na szybkość krzepnięcia odlewu. Wpływ stanu fizykochemicznego ciekłego metalu na krystalizację stopów Fe-C. • Badanie wpływu rodzaju materiału i temperatury formy na krystalizację żeliwa. Kształtowanie struktury żeliwa drogą modyfikacji. • Wpływ modyfikacji na krystalizację stopów Al-Si. • Określenie wpływu parametrów zalewania na krystalizację stopów Fe-C z wykorzystaniem analizy termicznej i różniczkowej. • Kształtowanie mikrostruktury odlewów przez nadtapianie i szybką krystalizację. 	
Maszyny i urządzenia odlewnicze	K_W06, K_W09, K_W10, K_U08, K_U10, K_U11
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Urządzenia do przygotowania mas formierskich i rdzeniowych. • Urządzenia do regeneracji mas formierskich i rdzeniowych. Maszyny formierskie. • Automaty formierskie i zautomatyzowane linie odlewnicze. Piece do topienia i uszlachetniania ciekłego metalu. • Transport wewnętrzny w odlewni. Urządzenia do specjalnych technologii odlewniczych. • Mechanizacja i automatyzacja procesu zalewania form. • Urządzenia do wybijania odlewów. Urządzenia do oczyszczania i wykańczania odlewów. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<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 uchwytyowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarci. • 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 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 (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Kolokwium. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostej. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodne i niejednorodne, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodne o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uzmienniania stałych). Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Kolokwia. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych Idealna budowa krystaliczna Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych Krystalizacja metali i stopów Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach FeC w warunkach równowagi Stal 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 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza Rodzaje i charakterystyka stali stopowych Stopy metali nieżelaznych Materiały spiekane Podstawy obróbki cieplnej Hartowność stali Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej Obróbka cieplno-chemiczna części 	
<ul style="list-style-type: none"> maszyn Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych Stal konstrukcyjna stopowa Stal narzędziowa Stal o szczególnych właściwościach Stopy aluminium Stopy miedzi Stopy niklu i tytanu Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesyżnione. Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. Ruch złożony bryły, przykłady. Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. Ruch złożony punktu i bryły, 	

Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. • Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady. 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba 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, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu kryzą ISA • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina 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. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsofsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres 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. Zablockowanie przewodu. 	
Metody odlewania	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe. • Grawitacyjne odlewanie kokilowe. • Odlewanie precyzyjne. • Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form. • Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnętrza formy i krzepnięcia odlewu. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04

<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań. 	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 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 automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania Zasady syntezy układów sterowania 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 płożo 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii 	
<p>elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady.</p> <ul style="list-style-type: none"> Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. Elementy optoelektroniczne. Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmiennie elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowokształtowa 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 toczone. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk toczone. Żywotność i dobór łożysk toczone. 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, 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 wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01

<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 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. 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 korekcyi. • 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 napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach 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]. Wykonać 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 złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. 	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy 	
<ul style="list-style-type: none"> modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES. 	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi 	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Programowanie robotów przemysłowych 	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe informacje o metodach programowania robotów spawalniczych, producentach dedykowanego oprogramowania, firmach produkujących roboty spawalnicze. Przykłady wyposażenia cel spawalniczych. Metodyka programowania spawalniczych. Zalety i wady robotyzacji spawania. Przegląd i omówienie elementów zrobotyzowanych stacji spawalniczych. Przegląd narzędzi wspomagających programowanie robotów spawalniczych. Dedykowane instrukcje języków programowania stosowane w spawaniu. Sensory stosowane w zrobotyzowanych stacjach spawalniczych - układy korekcji ścieżki. Układy bezpieczeństwa w zrobotyzowanych stacjach spawalniczych. Przegląd zaawansowanych stacji zrobotyzowanych. Przykłady narzędzi programowania robotów spawalniczych. Zapoznanie z podstawami obsługi narzędzi programowania robotów. Budowa stacji zrobotyzowanych z wykorzystaniem narzędzi programowanie off-line. Programowanie off-line orientacji robotów, budowa narzędzi spawalniczych, definiowanie układów współrzędnych. Programowanie ścieżek robotów z wykorzystaniem narzędzi off-line. Programowanie prędkości, przyspieszeń i obciążeń robota spawalniczego z wykorzystaniem narzędzi off-line. Budowa zaawansowanych stacji spawalniczych. 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90°). Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). Speczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczniaka i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących. 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych i lepko-sprężystych 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 	
Spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie Układ wlewowy. Technologie odlewnicze 	
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze 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 Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe Formowanie modelu naturalnego Formowanie modelu dzielonego Formowanie z rdzeniem Formowanie z obieraniem Formowanie wzornikiem Spawanie gazowe Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG Spawanie metodą MIG/MAG Analityczne metody oceny spawalności stali 	
Stopy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Odlewnicze stopy żelaza. Odlewnicze stopy aluminium. Odlewnicze stopy magnezu. Odlewnicze stopy miedzi. Odlewnicze stopy tytanu. Odlewnicze stopy niklu. Odlewnicze stopy żarowytrzymałe i żaroodporne – stopy kobaltu i niklu. Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne stopów odlewniczych. Obróbka cieplna i cieplno-chemiczne stopów odlewniczych. Badania mikrostrukturalne żeliwa. Badania mikrostrukturalne staliwa. Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów niklu. Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów kobaltu. Mikrostruktura odlewów ze stopów aluminium. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie złączki) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół: Imak. • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Technologia form	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Narzędzia i przyrządy formierskie. Materiały formierskie i rdzeniowe. • Przeróbka mas formierskich. Badanie mas formierskich. • Metody formowania ręcznego. Mechanizacja wykonywania form i rdzeni. Suszenie form i rdzeni. • Układ wlewowy. Nadlewy i ochładzalniki. • Zalewanie form. Rysunek formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych i dzielonych • Wykonanie rdzeni. • Formowanie z obieraniem. • Wykonywanie odlewów metodą formy pełnej. • Wykonywanie form za pomocą wzorników. • Zasady obliczania układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich, obciążanie form. • Wykonanie projektu formy odlewniczej, obliczenia, rysunki. 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych - wykresy, formuły tablicowe, Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologia topienia	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości ogólne o topieniu metalu. Urządzenia do topienia. • Przygotowanie ciekłego metalu. Rafinacja i modyfikacja. • Technologia topienia żeliwa. Technologia topienia staliwa. • Technologia topienia stopów miedzi. Technologia topienia stopów aluminium. • Technologia topienia stopów magnezu, cyny i ołowiu. Kontrola jakości ciekłego metalu. • Kontrola temperatury ciekłego metalu. • Nieniszcząca metoda oceny struktury żeliwa. • Wyznaczanie właściwości odlewniczych żeliwa (leżność, skurcz). • Badanie wpływu temperatury ciekłego metalu i wysokości zalewania na jakość powierzchni odlewu. • Badania skłonności żeliwa do zabielenia. 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmann. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waals. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego - pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine'a i Lindego. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 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. 	
Tworzywa na formy odlewnicze	K_W03, K_W04, K_W14, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych. Główne materiały do sporządzania mas. • Masy klasyczne. Masy specjalne. Sypkie masy samoutwardzalne. Ciekłe masy samoutwardzalne. • Masy gipsowe. Powłoki ochronne, aktywne i wzmacniające. • Badania mas i materiałów formierskich. • Regeneracja mas formierskich. • Pobieranie materiałów i mas formierskich. Przygotowanie próbek do badań. Oznaczania wilgotności. • Oznaczanie składu ziarnowego. • Badanie właściwości 	
<ul style="list-style-type: none"> wytrzymałościowych. • Oznaczania osypliwosci. • Badanie przepuszczalności masy formierskiej • Oznaczanie zawartości lepiszcza w piaskach formierskich. • Oznaczanie wilgotności masy formierskiej 	

Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachyśnięcie, skurcz, przytopienie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów – statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • Wyteżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największego naprężenia 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 • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrecanie pretow o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i JohnsonaOstenfieldda • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rowiazywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zailczenie 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01

• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym). • Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp. • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapa "Awaryjne". • Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.

3.2. Specjalność: Inżynieria odnawialnych źródeł energii, 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.	110 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.






Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=247&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.2.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1

2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	

5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	MD	Efektywność energetyczna	30	0	30	0	60	4	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MD	Systemy fototermiczne i fotowoltaiczne	30	15	15	15	75	5	T	
6	MD	Techniki czystego spalania i energia biomasy	15	15	15	0	45	3	N	
6	MD	Urządzenia energetyczne	30	15	15	0	60	4	N	
6	MD	Wymiana ciepła	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 6			180	90	135	15	420	30	3	0
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	ME	OZE w transporcie	15	0	15	0	30	3	N	
7	MD	Pompy ciepła	15	0	15	15	45	4	T	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	MD	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
7	KZ	Siłownie wiatrowe i wodne	30	0	15	15	60	5	T	
Sumy za semestr: 7			75	0	45	60	180	30	2	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1200	540	630	180	2550	210	17	6

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 osiąganych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	5
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	45 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	408 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	38
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	26 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5 godz.

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	170 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	58.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	8
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	213 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	21
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	193 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=247&C=2021>

3.2.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=247&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
Efektywność energetyczna	K_W01, K_W02, K_W05, K_W11, K_U01, K_U04, K_U07, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Audyting energetyczny -podstawowe określenia: definicja audytingu, audyting pełny, rozszerzony. Sposoby podejścia podczas realizacji audytingu. Cel audytingu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego Nakłady i efekty w przedsięwzięciach usprawniających użytkowanie energii. Charakterystyka efektów spowodowanych realizacją przedsięwzięć. Sposoby wskazywania środków finansowych na modernizację. Zmniejszenie kosztów energii. Obliczanie sumarycznych efektów modernizacji Analiza opłacalności ekonomicznej przedsięwzięć modernizacyjnych instalacji przemysłowych. Obliczanie wskaźników opłacalności. Przepływy pieniężne dla określonych przychodów i wydatków. Stopa dyskontowa i współczynnik dyskontujący. Rzeczywista stopa procentowa. Przepływy finansowe przy finansowaniu ze środków własnych. Przepływy pieniężne przy finansowaniu z udziałem kredytu bankowego. Badanie opłacalności przedsięwzięć. Metody dyskontowe. Proste metody oceny opłacalności. Wartość bieżąca netto. Wewnętrzna stopa zwrotu. Okres zwrotu nakładów. Koszt wytworzenia jednostki energii Analiza wrażliwości kosztów i efektów. Niepewność wynikająca z nakładów inwestycyjnych. Metody uwzględniania ryzyka-jednoparametrowa analiza wrażliwości. Przykłady oceny opłacalności -obliczanie wartości bieżącej netto przy znanych przepływach pieniężnych. Zastosowanie okresu zwrotu nakładów Potencjał oszczędności energii. Charakterystyka budynków: stropodachy, dachy, ściany zewnętrzne, drzwi, systemy grzewcze i wentylacyjne. Przyczyny strat ciepła 7. Elementy fizyki budowli. Mikroklimat pomieszczeń, temperatura obliczeniowa otoczenia budynku, przepływ ciepła przez przegrody. Przenikanie ciepła przez przegrody budowlane. Straty ciepła przez przegrody. Kondensacja pary. Wymiana powietrza w budynku. Bilans cieplny budynku. Systemy ogrzewania Cel i zakres audytingu. Metodyka. Kryteria oceny. Podstawowe dane techniczne. Opis konstrukcji budynku. Instalacje grzewcze, wentylacyjne -inwentaryzacja. Ocena aktualnego stanu technicznego. Określenie zapotrzebowania na moc grzewczą i sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania. Określenia zapotrzebowania energii dla cwu. Opłaty za ogrzewanie i cwu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Określanie nakładów inwestycyjnych. Wyniki analizy opłacalności Ocena stanu technicznego i inwentaryzacja. Sporządzenie opisu konstrukcji. System grzewczy budynku Obliczanie zapotrzebowania na moc grzewczą oraz kosztów ogrzewania System wentylacyjny budynku-określenie zapotrzebowania powietrza wentylacyjnego Bilans energetyczny wybranego obiektu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii Analiza opłacalności przedsięwzięć. Nakłady inwestycyjne 	

Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<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. Test zaliczeniowy.	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. • Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. • Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. • Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne • Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrycy w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierztutowanej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rztutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rztutnie, rztuty prostokątne w osmiu obszarach, rztuty prostokątne na ściany sześcienu, amerykańska i europejska metoda rztutowania. • Wielościany: rztuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rztut cechowany. • Rztuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rztuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rztuty prostokątne na ściany sześcienu metodą europejską. • Praca na zajęciach (na ocenę) - rztuty prostokątne na ściany sześcienu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rztutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rztutach prostokątnych. • c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rztutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprzężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. • Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19

<ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe 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, Gwinciarki. 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. Przęciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmiiany przęciagarek. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifiarki do wałków kłowe, Szlifiarki do wałków bezkłowe, Szlifiarki do otworów, Szlifiarki do płaszczyzn, Szlifiarki ostrzarki, Obrabiarki do osędkowania 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, 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 	
<p>walcowych, Szlifiarki Nilesa, Szlifiarki Maaga, Szlifiarki Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona.</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. 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 (metody numeryczne) 3</p>	<p>K_W01, K_U02, K_U07, K_U09</p>
<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 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	
<p>Matematyka 1</p>	<p>K_W01, K_U09, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Kolokwium. 	
<p>Matematyka 2</p>	<p>K_W01, K_U09, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostej. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodne i niejednorodne, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodne o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uzmienniania stałych). Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Kolokwia. 	
<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1</p>	<p>K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13</p>
<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 FeC 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 	
<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2</p>	<p>K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych • Stal konstrukcyjna stopowa • Stal narzędziowa • Stal o szczególnych właściwościach • Stopy aluminium • Stopy miedzi • Stopy niklu i tytanu • Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytywnione. • 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 ruchu bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły, 	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. • Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady. 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowita. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu - równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, 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 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 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. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08

<ul style="list-style-type: none"> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożkości. • 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. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań. 	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. 	
<p>Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 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 	
OZE w transporcie	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Techniki czystego spalania – ograniczenie emisji składników toksycznych w urządzeniach przemysłowych. Spalanie w złożu fluidalnym. Oczyszczanie paliwa – metody oczyszczania węgla. • Oczyszczanie spalin. Metody odpylenia spalin – odpylacze suche, mokre, filtry, elektrofiltry. Usuwanie ze spalin toksycznych składników gazowych – usuwanie NOx, usuwanie tlenków siarki. • Czyste technologie węglowe. Zgazowanie węgla. Gaz syntezowy. Układy gazowo-parowe z kotłami fluidalnymi. Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla. • Wykorzystanie biomasy jako surowca energetycznego. Pojęcie i rodzaje biomasy. Biomasa stała, ciekła i gazowa. Cechy charakterystyczne biomasy, zasoby – drewno, słoma, osady ściekowe. Właściwości energetyczne biomasy. • Zgazowanie biomasy. Synteza metanolu i jego zastosowanie. Metanol i jego pochodne w paliwach. Wytwarzanie metanolu z biomasy. • Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem biomasy i synteza metanolu. Etanol jako ciekła forma biomasy. • Biogaz jako źródło energii odnawialnej. Mechanizm powstawania biogazu. Źródła i technologie pozyskiwania biogazu. Energetyczne wykorzystanie biogazu. Małe układy CHP na biogaz. • Biopaliwa. Bilans energetyczny pozyskiwania biopaliw. Pojęcie paliw formowanych – ogólne informacje. „Spalanie” paliw w ogniach paliwowych. Klasyfikacja ogniw paliwowych. • Analiza składu paliw gazowych. • Określanie wilgotności biomasy. • Wyznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych. • Wyznaczanie ciepła spalania lekkich paliw ciekłych. • Wyznaczanie stałej bomby kalorymetrycznej. • Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej biomasy stałej za pomocą bomby kalorymetrycznej. • Automatyczny pomiar ciepła spalania paliw stałych. • Zaliczenie laboratorium. 	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne • Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania • Zasady syntezy układów sterowania • 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 płożo 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowoskształtowa 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 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 obróbki 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 wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa zazębienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatach. 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. 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 zazębienia 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 napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach 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 obwodniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate 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 obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatach. Dobrać łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. 	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzeowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES. 	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<p>Podstawy technologii maszyn</p>	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi 	<p>K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01</p>
<p>Pompy ciepła</p>	<p>K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania komfortu cieplnego. Mikroklimat pomieszczenia - parametry. Temperatury obliczeniowe wewnętrzne i zewnętrzne. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Straty ciepła przez przenikanie i na wentylację. Zasady obliczeń zapotrzebowania ciepła dla potrzeb ogrzewania. Klasyfikacja i charakterystyka systemów ogrzewania. Ogrzewanie miejscowe i ogrzewanie centralne, kryteria podziału instalacji centralnego ogrzewania. Wybór systemu, układu, parametrów obliczeniowych. Elementy instalacji c.o. Klasyfikacja, charakterystyka i kryteria doboru grzejników. Graficzne obrazowanie instalacji c.o. Układy wodnych instalacji c.o. - grawitacyjne z zasilaniem dolnym i górnym, dwururowe z obiegiem wymuszonym z zasilaniem dolnym i górnym. Obliczenia hydrauliczne instalacji c.o. Regulacja hydrauliczna instalacji, montażowa i eksploatacyjna. Klasyfikacja i charakterystyka źródeł ciepła. Przegląd typów kotłów dla kotłowni wbudowanych. Dobór typu, ilości i wielkości kotłów. Charakterystyka materiałów przewodowych stosowanych w instalacjach c.o. - stalowe, miedziane, z tworzyw sztucznych. Charakterystyka pomp stosowanych w instalacjach c.o. Dobór i regulacja pomp. Zabezpieczenia instalacji c.o. systemu otwartego i zamkniętego. Armatura - zawory grzejnikowe odcinające i termostatyczne, zawory odcinające proste i kątowe, zawory dwudrogowe, zawory zwrotne, zawory bezpieczeństwa, odpowietrzenie instalacji c.o. Ogrzewanie podłogowe. Wymagania i zasady projektowania kotłowni wbudowanych. Układy odprowadzania spalin. Projektowanie przewodów kominowych i wentylacyjnych kotłowni. Zużycie i magazynowanie paliwa. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót instalacyjnych. Próby ciśnieniowe, odbiory instalacji c.o. Komputerowe wspomaganie projektowania instalacji c.o. Jakość wody do celów ciepłowniczych. Wentylacja naturalna: grawitacyjna, wietrzenie. Mikroklimat pomieszczenia. Wykres Molliera i jego wykorzystanie w wentylacji i klimatyzacji. Wentylatory, filtry, nagrzewnice, centrale wentylacyjne. Odzysk ciepła w wentylacji i klimatyzacji. Podstawowe typy regeneracji i rekuperacji ciepła w wentylacji. Wymiennik ciepła typy i konstrukcja. Rury ciepłe. Sprężarkowe i absorpcyjne systemy w klimatyzacji. Ekonomizery. Niekonwencjonalne systemy regeneracji ciepła. Gruntowe wymienniki ciepła. • Wykonać projekt instalacji centralnego ogrzewania wodnego z wymuszonym obiegiem wody dla budynku, którego podkład budowlany stanowi załącznik do tematu. Zadania do wykonania obejmują: opracowanie założeń odnośnie zapotrzebowania energetycznego i schematu technologicznego instalacji, obliczenia energetyczne instalacji - wymiarowanie urządzeń generujących i magazynujących ciepło, opracowanie schematu technologicznego instalacji, obliczenia hydrauliczne instalacji, dobór osprzętu, opracowanie wykazu materiałowego instalacji, obliczenia podstawowych parametrów ekonomicznych inwestycji - NPV, SPB, IRR, prezentacja wyników projektu. 	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<p>Praktyka kierunkowa</p>	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>
<p>Przeróbka plastyczna</p>	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podcas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczynia w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczni i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczynia cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących. 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkością elastycznych 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 	
Seminarium dyplomowe	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Omówienie tematów prac inżynierskich 2. Referaty związane ze specjalnością - odnawialne źródła energii - przygotowane przez studentów na podstawie anglojęzycznych publikacji. 3. Krótka prezentacja swoich tematów prac inżynierskich 	
Siłownie wiatrowe i wodne	K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_U15, K_U17, K_K01, K_K03

<p>• 1. Budowa atmosfery, statyka atmosfery, globalna cyrkulacja atmosferyczna, procesy fizykochemiczne w atmosferze, zmiany klimatyczne. 2. Charakterystyki przepływowo i energetyczne wiatru. Wiatr jako zjawisko fizyczne. Źródła powstawania wiatru. Podstawowe charakterystyki wiatru. Rozkłady prędkości wiatru w funkcji wysokości nad powierzchnią gruntu oraz szorstkości terenu. Rozkład gęstości mocy strumienia powietrza w funkcji wysokości. Porywy wiatru, turbulencja atmosferyczna. Średnioroczna prędkość wiatru i jej rozkład. Rozkład Weibula i Rayleigh'a. Średnioroczny potencjał energetyczny wiatru. • Układy konstrukcyjne turbin wiatrowych: o osi poziomej, i pionowej: Savoniusa i Darriusa. Turbiny otwarte i z otunelowaniem typu "wind-lens" Energetyczna wydajność elektrowni wiatrowej w funkcji prędkości średniorocznej wiatru i wysokości osi wirnika. Przybliżona ocena zasobów energii wiatru w Polsce oraz jej zmiany sezonowe. Wpływ parametrów atmosferycznych powietrza na wydajność energetyczną EW. Czynniki wpływające na możliwości wykorzystania energii wiatru. Pomiar podstawowych parametrów wiatru dla potrzeb energetyki wiatrowej. 4. Podstawowe parametry i charakterystyki turbin wiatrowych o osi poziomej i pionowej. Przegląd dotychczasowych konstrukcji. Stosowane rozwiązania podstawowych zespołów. Eksperymentalne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Zarys teorii podobieństwa w badaniach modelowych. Tunele aerodynamiczne. Metody pomiaru prędkości z uwzględnieniem analizy dokładności pomiaru. Pomiar Badania modelowe turbiny wiatrowej . 6. Teoretyczne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Przepływy potencjalne. Zarys teorii profilu. Charakterystyki profili lotniczych, siła nośna i oporu opływu. Warstwa przyścienna. Teoria strumieniowa turbiny wiatrowej.</p> <p>Granica Betza. Dyskusja nad twierdzeniem Betza. Modyfikowana metoda Witoszyńskiego dla turbiny z osią poziomą. Metoda Wilsona dla turbiny o pionowej osi obrotu. • Generatory energii elektrycznej stosowane w energetyce wiatrowej, układy regulacji, pomiary, akumulacja energii elektrycznej. • 8. Projektowanie elektrowni wiatrowych: Adaptacja metody Larrabe'go do określenia podstawowych parametrów geometrycznych turbiny. Turbina o minimalnych stratach indukowanych. Liczba łopat, geometria i konstrukcja łopat turbiny. Wybór rozkładu współczynnika siły nośnej wzdłuż promienia łopaty. Ograniczenia geometryczne, aerodynamiczne i aeroakustyczne nakładane dla konstrukcji wirnika. Obciążenia łopat i wieży nośnej. Obliczenia rozkładu ciśnienia na profilu łopaty. Porównanie obliczeń z danymi doświadczalnymi. Farmy wiatrowe: interferencja turbin w farmie. Meandrowanie śladu aerodynamicznego. • Zjawiska towarzyszące pracy elektrowni wodnych. Przepływy w kanałach otwartych: profil prędkości w kanale otwartym. Przelewy miernicze. Jednowymiarowy model ruchu równomiernego w kanale otwartym. Równanie Bernoulliego dla kanałów otwartych. Spadek niwelacyjny i hydrauliczny koryta. Promień hydrauliczny. Ruch podkrytyczny (spokojny) i nadkrytyczny (rwący). Głębokość krytyczna. Wydatek krytyczny. Krytyczna liczba Froude'a. Zjawisko odskoku hydraulicznego Bidone'a i jego zastosowania: (walka z erozją dna) Przepływy zewnętrzne i opływ łopat Uderzenie hydrauliczne w rurociągu: uderzenie proste i nieproste, wzór Żukowskiego. Kawitacja i pseudokawitacja: warunki powstawania, liczba kawitacyjna. kawitacja lokalna i superkawitacja wir z jądrem kawitacyjnym; szum kawitacyjny, mechanizm erozji kawitacyjnej. • Elektrownie wodne: Typologia turbin wodnych, turbiny śmigłowe, Kaplana, Francisca, Deriaza, Banki-MichellaStellera, Peltona, Gilkesa. Moc i wyróżnik szybkobieżności. Zakresy stosowalności poszczególnych rozwiązań. Sprawność turbiny wodnej. Równanie Eulera dla turbiny wodnej. Rury ssawne. Typy elektrowni wodnych: przyzaporowe, z derywacją kanałową i derywacją rurociągową, przepływowo. Elementy konstrukcyjne elektrowni. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Obliczenia geometrii turbiny Kaplana. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym w rurociągu ciśnieniowym. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym. Prognozowanie powstawania kawitacji na profilu łopaty turbiny Kaplana</p>	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze</p> <p>• Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • 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 • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali</p>	
Systemy fototermiczne i fotowoltaiczne	K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U02, K_U04, K_U08, K_U12, K_U13, K_U15, K_U17, K_U18, K_K01, K_K03

• Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie ciepłe - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów oraz ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare.

• Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca - powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi.

• Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja - pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednorodnym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej.

• Parametry ruchu orbitalnego Ziemi - wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: nachylenie osi obrotu Ziemi, punkty równonocy i przesilenia, kształt orbity, ekscentryczność, aphelium i perihelium, precesja osi ziemskiej, precesja orbity Ziemi, bezpośredni wpływ parametrów ruchu orbitalnego na promieniowanie słoneczne, klimat i jego wpływ na promieniowanie słoneczne.

• Energia słoneczna - właściwości: czas słoneczny - czas strefowy, równanie czasu, droga Słońca po nieboskłonie, deklinacja i kąt godzinny, geometria układu Słońce - absorber, wschód i zachód Słońca dla płaszczyzny pochylonej, wykres pozycji Słońca, nasłonecznienie i usłonecznienie, pomiar promieniowania słonecznego, parametry i składowe promieniowania słonecznego - tabele nasłonecznienia, określanie składowych promieniowania słonecznego przy niepełnych danych, opromienianie powierzchni absorbującej, modele promieniowania słonecznego - Liu-Jordana i model anizotropowy, współczynniki korekcyjne, nachylenie optymalne odbiornika.

• Bilans energetyczny Ziemi - wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo - właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany - gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchnia - atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna i oceaniczna, klimaty Ziemi a właściwości EPS.

• Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna - gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury - równanie ciśnienia, rozkład gęstości - równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche - gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne - gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze.

• Globalna cyrkulacja atmosferyczna: mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a - przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr - mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu

cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. • Obieg wody i globalna cyrkulacja oceaniczna: bilans wody, mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, wody powierzchniowe, wody podziemne, ustrój cieplny oceanu, rozkład temperatury i zasolenia, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, fale głęboko i płytkowodne, pływy, prądy morskie – charakterystyka, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt. • Zasoby energii słonecznej: zasoby energii słonecznej na świecie i w Europie, zasoby energii słonecznej w Polsce i na Podkarpaciu, sezonowa i terytorialna zmienność warunków solarnych, przebiegi dobowe nasłonecznienia i usłonecznienia, optymalizacja ustawienia kolektora w warunkach Podkarpacia, zmienność klimatyczna warunków solarnych, zasoby techniczne energii słonecznej, wpływ parametrów instalacji na zasoby techniczne. • Niskotemperaturowa konwersja fototermiczna: metody wykorzystania energii promieniowania słonecznego, konwersja fototermiczna - zasada działania, własności promieniste absorbera, pokrycia selektywne, pokrycia transparentne – działanie i rodzaje, izolacja termiczna absorberów, rodzaje i budowa kolektorów niskotemperaturowych. • Kolektory cieczowe: bilans energetyczny kolektora, współczynnik tarmsmisyjno-absorpcyjny, transmisja energii w układzie otoczenie-pokrycie-absorber, współczynnik tarmsmisyjno-absorpcyjny dla promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, współczynnik odprowadzenia ciepła, straty ciepłone kolektora, sprawność kolektora, wpływ parametrów kolektora na sprawność, badania kolektorów. • Systemy kolektorów cieczowych: podstawowe elementy układów, rodzaje kolektorów, kolektory płaskie, kolektory próżniowe, ciecz robocze, przekazywanie i magazynowanie energii cieplnej, zbiorniki buforowe, zbiorniki warstwowe, systemy pasywne i aktywne, układy CWU, układy CWU/CO, układy wieloźródłowe i wieloodbiornikowe, współpraca kolektorów słonecznych z pompami ciepła i innymi źródłami ciepła. • Pompy ciepła: zasada działania, podział i zastosowanie pomp ciepła, efektywność pompy ciepła, sprężarkowe pompy ciepła – zasada działania, obieg termodynamiczny i czynniki robocze, sorpcyjne pompy ciepła – obieg termodynamiczny, mieszaniny robocze – właściwości i zakresy pracy, schematy technologiczne, elementy układów z pompami ciepła, wykresy Stankey'a, elementy pomp ciepła, dolne i górne źródło ciepła – wpływ na właściwości pompy, dolne źródła ciepła – rodzaje i właściwości, przybliżone obliczanie dolnego i górnego źródła, charakterystyki pomp ciepła, praca pompy ciepła w systemach cieplnych. • Konwersja fotowoltaiczna: fizyka efektu fotowoltaicznego, budowa ogniw słonecznych, rodzaje ogniw fotowoltaicznych, materiały i sprawność ogniw, charakterystyki elektryczne i temperaturowe, zastosowanie koncentratorów, zastosowania ogniw fotowoltaicznych, wpływ zacinienia, hybryda kolektor słoneczny – ogniwo fotowoltaiczne, energetyka fotowoltaiczna prosumencka i zawodowa – stan aktualny i perspektywy. • Instalacje fotowoltaiczne: rodzaje systemów fotowoltaicznych, systemy autonomiczne – zastosowanie i elementy składowe, systemy grid connected – rodzaje i budowa, elektrownie fotowoltaiczne, szacowanie zapotrzebowania energetycznego, schematy technologiczne instalacji, współpraca elementów instalacji, obliczenia energetyczne instalacji, zabezpieczanie instalacji, wymiarowanie urządzeń generujących, przetwarzających i zabezpieczających, systemy mocowania, elementy pomocnicze układów, osprzęt instalacji. • Energia geotermalna: mechanizm generacji, gradient geotermalny, natura i rodzaje źródeł geotermalnych, baseny hydrotermalne, możliwości wykorzystania ciepła geotermalnego, geotermia na świecie, europejskie i polskie zasoby geotermalne, polskie instalacje geotermalne, organizacja odbioru ciepła, charakterystyka nośnika ciepła, wymagania materiałowe, elektrownie i ciepłownie geotermalne - podstawowe schematy technologiczne. Energia termiczna otoczenia: charakterystyka zasobów, realizacja techniczna konwersji na energię elektryczną. • Solarne systemy pasywne: istota działania, systemy pasywne w budownictwie, układy ogrzewania pasywnego, akumulacja ciepła w systemach pasywnych, izolacje transparentne, wentylacja i klimatyzacja solarna, suszarnie słoneczne – zasada działania i rodzaje, przebieg procesów suszarniczych, systemy destylacji wody. • Kolektory powietrzne: rodzaje i zasada działania, kolektory niskokosztowe zastosowanie i budowa, kolektory sztywne, rodzaje i właściwości absorberów, instalacje kolektorów powietrznych. • Wysokotemperaturowa konwersja fototermiczna: koncentratory promieniowania słonecznego, koncentratory obrazowe i bezobrazowe, graniczny stopień koncentracji, rodzaje systemów, układy scentralizowane – zasada działania i rodzaje, układy zdecentralizowane – zasada działania i budowa, zagadnienia materiałowe i eksploatacyjne, silniki Stirlinga – zasada działania, rodzaje i budowa, energetyka heliologiczna – stan aktualny i perspektywy, projekt „Desertec”, kuchnie słoneczne. • Uproszczona analiza zacinienia instalacji i usłonecznienia oraz obliczenia nasłonecznienia na podstawie wykresu pozycji Słońca oraz tabel nasłonecznienia, prezentacja wyników projektu. • Uproszczony projekt kotłowni w budynku mieszkalnym lub budynku użyteczności publicznej produkującej ciepłą wodę oraz ciepło grzewcze na potrzeby centralnego ogrzewania w oparciu o sprężarkową pompę ciepła, kolektory słoneczne i trzecie uzupełniające źródło ciepła wysokotemperaturowego- zadania do wykonania: opracowanie założeń odnośnie zapotrzebowania energetycznego i schematu technologicznego instalacji, obliczenia energetyczne instalacji - wymiarowanie urządzeń generujących i magazynujących ciepło, opracowanie schematu technologicznego instalacji, obliczenia hydrauliczne instalacji, dobór osprzętu, opracowanie wykazu materiałowego instalacji, obliczenia podstawowych parametrów ekonomicznych inwestycji - NPV, SPB, IRR, prezentacja wyników projektu. • Uproszczony projekt instalacji fotowoltaicznej na budynku mieszkalnym - zadania do wykonania: opracowanie założeń odnośnie zapotrzebowania energetycznego i schematu technologicznego instalacji, obliczenia energetyczne instalacji - wymiarowanie urządzeń generujących i przetwarzających i zabezpieczających, opracowanie schematu technologicznego instalacji, dobór osprzętu, opracowanie wykazu materiałowego instalacji, obliczenia podstawowych parametrów ekonomicznych inwestycji - NPV, SPB, IRR, prezentacja wyników projektu. • Stawy słoneczne: rodzaje, budowa i zasada działania, zastosowania. Kominy słoneczne: budowa i zasada działania, zastosowanie i właściwości energetyczne, instalacje istniejące i planowane. • Określanie wartości usłonecznienia i nasłonecznienia. • Wpływ ustawienia powierzchni płaskiej na moc absorbowanego promieniowania słonecznego • Wyznaczanie charakterystyki cieczowego kolektora niskotemperaturowego. • Zależność współczynnika efektywności oraz sprawności pracy pompy ciepła od parametrów dolnego i górnego źródła ciepła. • Sezonowa zmiana profilu temperatury w gruncie w otoczeniu kolektora spiralnego dolnego źródła pompy ciepła. • Charakterystyka elektryczna ogniwa fotowoltaicznego. • Wpływ temperatury pracy ogniwa na sprawność konwersji fotowoltaicznej. • Określanie właściwości promieniowania słonecznego: czas słoneczny - czas strefowy, równanie czasu, droga Słońca po nieboskłonie, deklinacja i kąt godzinny, geometria układu Słońce – absorber, wschód i zachód Słońca dla płaszczyzny pochylonej, wykres pozycji Słońca, nasłonecznienie i usłonecznienie, składowe promieniowania słonecznego – tabele nasłonecznienia, określanie składowych promieniowania słonecznego przy niepełnych danych, opromienianie powierzchni absorbującej, modele promieniowania słonecznego - Liu-Jordana i model anizotropowy, współczynniki korekcyjne, pochylenie optymalne odbiornika. • Bilans energetyczny kolektora, transmisja energii w układzie otoczenie-pokrycie-absorber, współczynnik tarmsmisyjno-absorpcyjny dla promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, współczynnik odprowadzenia ciepła, straty ciepłone kolektora, sprawność kolektora, wpływ parametrów kolektora na sprawność. • Sprężarkowe pompy ciepła: obiegi termodynamiczne i czynniki robocze - analiza i selekcja, obliczanie parametrów termodynamicznych, mocy i efektywności pompy ciepła, przybliżone obliczanie dolnego i górnego źródła ciepła, charakterystyki pomp ciepła.

Systemy komputerowe CAD

K_W06, K_U07, K_U13, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie złączki) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Techniki czystego spalania i energia biomasy	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Ogólne wiadomości o spalaniu. Fizyka spalania – podstawowe pojęcia. Rozprzestrzenianie się płomienia w mieszkankach jednorodnych. Płomienie dyfuzyjne. • Kinetyka spalania. Szybkość reakcji chemicznych. Równowaga chemiczna. Stała 	
<p>równowagi chemicznej.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utleniacze. Spalanie całkowite i zupełne. Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Współczynnik nadmiaru powietrza. Ilość i skład spalin. • Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw gazowych. Stechiometryczna kontrola spalania. Obliczanie współczynnika nadmiaru powietrza na podstawie składu spalin. • Wartość opałowa. Ciepło spalania. Sposoby określania wartości opałowej i ciepła spalania dla różnych rodzajów paliw. Wzory użytkowe. Temperatura spalania. • Energetyczna kontrola spalania. Bilans energii urządzeń spalających. Bilans dla kotła parowego. • Instalacje przemysłowe do spalania paliw wykorzystywane w procesach technologicznych. Ogólna charakterystyka paliw. Ogólna charakterystyka kotłów. • Zanieczyszczenia stałe i gazowe spalin. Ogólna charakterystyka zanieczyszczeń –tlenki azotu, tlenki siarki, tlenek węgla, pyły. Zanieczyszczenia organiczne spalin. • Podstawowe obliczenia z kinetyki chemicznej w oparciu o stałą równowagi chemicznej. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Określanie ilości spalin. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw gazowych. Ilość i skład spalin. • Obliczanie maksymalnej temperatury spalin. • Określanie temperatury punktu rosy dla spalin. Straty ciepła w procesie spalania. • Spalanie biogazu. Spalanie biomasy stałej. • Obliczenia emisji zanieczyszczeń w spalinach. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie, BHP. • Pomiar temperatury płomienia. • Wyznaczanie współczynnika nadmiaru powietrza. • Analiza składu spalin aparatem Orsata. • Profesjonalne analizatory spalin. • Pozyskiwanie biogazu z osadów ściekowych - analiza procesu technologicznego. • Badanie właściwości termofizycznych biopaliw. 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych – wykresy, formuły tablicowe, Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kweryndy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna – MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine’a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania.Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine’a i Lindego.Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 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 energetyczne	K_W02, K_W04, K_W05, K_W07, K_W08, K_U04, K_U07, K_U08, K_U10, K_U17, K_K01, K_K03

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

skojarzonego energii elektrycznej i ciepła oraz technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii. • 1. Informacje wstępne. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów i ich niepewność pomiarowa. 2. Badanie rurowego wymiennika ciepła. 3. Bilans energetyczny płytowego wymiennika ciepła. 4. Wyznaczanie współczynnika wydajności chłodniczej urządzenia chłodniczego. 5. Bilans energetyczny przepływowego podgrzewacza wody. 6. Bilans energii cieplnej w zasobniku układu CHP. 7. Efektywność pompy ciepła 8. Badanie wentylatora osiowego. • 1. Obiegi porównawcze siłowni parowych i gazowych. 2. Obieg siłowni z międzystopniowym przegrzaniem pary. 3. Obieg siłowni regeneracyjnej. Obiegi rzeczywiste siłowni gazowych. 4. Współprądowe wymienniki ciepła. 5. Przeciwprądowe wymienniki ciepła. 6. Krzyżowe wymienniki ciepła. 7. Gruntowe wymienniki ciepła przy pompach ciepła. Poziome i pionowe wymienniki ciepła. 8. Obliczenia projektowe systemów grzewczych.

Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopenie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wymiana ciepła	K_W02, K_W05, K_W08, K_U01, K_U04, K_U08, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Mechanizmy wymiany ciepła (przewodzenie-prawo Fouriera, konwekcja-prawo Newtona, promieniowanie-prawo StefanaBoltzmanna). Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez jednowarstwową i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę. Opór termiczny. Opór kontaktowy. Przenikanie ciepła przez przegrody. Ogólne równanie przewodzenia z uwzględnieniem nieustalonego przewodzenia jedno- i wielowymiarowego, ze źródłami ciepła, w różnych układach współrzędnych. System przewodząco – konwekcyjny w przypadku ustalonej wymiany ciepła dla płaskiego żebra. Sprawność żebra; Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, ciało półnieskończone z różnymi warunkami brzegowymi (stałej temperatury, stałego strumienia ciepła i warunkiem konwekcyjnym). • Fizyczny mechanizm konwekcji. Klasyfikacja przepływów. Warstwa przyścienna i termiczna warstwa przyścienna. Przepływ laminarny i turbulentny. Równanie różniczkowe konwekcyjnej wymiany ciepła-rozwiązanie dla płaskiej płyty. Bezwymiarowe równanie konwekcyjnej wymiany ciepła w postaci bezwymiarowej. Analogia między wymianą ciepła i pędu. • Rodzaje wymienników ciepła. Współczynnik przenikania ciepła. Bilans energetyczny wymienników ciepła. Średnia logarytmiczna różnica temperatury-obliczanie wymienników. Sprawność wymiennika ciepła -liczba jednostek przenikania ciepła (NTU)-obliczanie wymienników. • Promieniowanie elektromagnetyczne i cieplne. Właściwości promieniste ciał. Emisyjność. Tożsamość Kirchhoffa. Prawo Plancka. Reguła przesunięć Wiena. Ciała szare. Współczynniki konfiguracji (kształtu) promieniowania. Promieniowanie par i gazów. • Analogia między wymianą ciepła i masy. Dyfuzja molekularna. Prawo Ficka. Dyfuzja jednokierunkowa. Warunki brzegowe. Ustalona dyfuzja przez przegrodę. Opór dyfuzji. • Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez ściankę płaską, cylindryczną i sferyczną, przenikanie ciepła, krytyczna średnica izolacji. Przejmowanie ciepła przez powierzchnie ożebrowane. Nieustalone przewodzenie ciepła.Konwekcyjna wymiana ciepła. Wzory kryterialne. Wymiana ciepła przez promieniowanie. • Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym i rurowym. Wyznaczanie współczynnika przejmowania ciepła przy konwekcji swobodnej. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego. Badanie rurowego wymiennika ciepła.Sprawdzanie praw promieniowania. 	<p>K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01</p>
<p>Wytrzymałość materiałów 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke’a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, . Czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, przykład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a • Wyężenie 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 • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrecanie pretow o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	<p>K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01</p>
<p>Wytrzymałość materiałów 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i JohnsonaOstenfielda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zailczenie 	<p>K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03</p>
<p>Zarządzanie środowiskiem</p>	<p>K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01</p>

• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym). • Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp. • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapa "Awaryjne". • Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.

3.3. Specjalność: Inżynieria spawalnictwa, stacjonarne

3.3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	111 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.






Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1425&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1

2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	

5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	MG	Badania nieniszczące złączy spawanych	30	0	30	0	60	4	T	
6	MG	Badania niszczące złączy spawanych	15	0	15	0	30	2	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MG	Metalurgia procesów spawalniczych	15	0	15	0	30	2	T	
6	MG	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MG	Programowanie robotów przemysłowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MG	Technologie spawalnicze	30	0	30	0	60	3	T	
6	MG	Wirtualne spawanie	0	0	30	0	30	1	N	
6	MG	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	30	0	15	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 6			195	30	195	15	435	30	4	0
7	MG	Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	15	0	30	0	45	6	T	
7	MG	Obróbka cieplna złączy spawanych	15	0	30	0	45	3	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	MG	Projektowanie konstrukcji spawanych	15	0	0	30	45	3	N	
7	MG	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			60	0	60	60	180	30	1	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1200	480	705	180	2565	210	17	6

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	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	381 godz.

Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	41
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	137 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	16
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	89.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	130 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	25
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	206 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1425&C=2021>

3.3.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1425&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

Badania nieniszczące złączy spawanych	K_W04, K_W05, K_W07, K_W10, K_W12, K_U04, K_U08, K_U13, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej. 	
Badania niszczące złączy spawanych	K_W07, K_W09, K_W15, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Badania metalograficzne złączy spawanych, zgrzewanych i lutowanych oraz warstw nakładanych metodami spawalniczymi. • 	
<p>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 natryskiwanymi 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>	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. • Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. • Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. • Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). • Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). • Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. • Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. • Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. • Badanie uciążliwości pracy umysłowej. • Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. • Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	

Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. • Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. • Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. • Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne • Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierztutowanej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni prostą, aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską. • Praca na zajęciach (na ocenę) - rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprzężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie 	
<p>do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. • Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy.</p>	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19

<ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły 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. 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, Szlifierek do wałków kłowe, Szlifierek do wałków bezkłowe, Szlifierek do otworów, Szlifierek do płaszczyzn, Szlifierek ostrzarki, Obrabiarki do osiłkowania 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, Szlifierek Nilesa, Szlifierek Maaga, Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierek Nilesa, Szlifierek Maaga, Szlifierek Reishauera, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC, Szlifierek 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>K_W01, K_U02, K_U07, K_U09</p>
<p>Matematyka (metody numeryczne) 3</p>	<p>K_W01, K_U02, K_U07, K_U09</p>
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji splejanych. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	<p>Matematyka 1</p> <p>K_W01, K_U09, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Kolokwium. 	<p>Matematyka 2</p> <p>K_W01, K_U09, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostej. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodne i niejednorodne, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodne o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uzmienniania stałych). Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Kolokwia. 	<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1</p> <p>K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13</p>
<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 FeC 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 	

Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza Rodzaje i charakterystyka stali stopowych Stopy metali nieżelaznych Materiały spiekane Podstawy obróbki cieplnej Hartowność stali Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych Stal konstrukcyjna stopowa Stal narzędziowa Stal o szczególnych właściwościach Stopy aluminium Stopy miedzi Stopy niklu i tytanu Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytywnione. Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. Ruch złożony bryły, przykłady. Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. Ruch złożony punktu i bryły, 	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. Dynamika ruchu układu brył, przykłady. Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady. 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba 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, zwężka 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 turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsofsko 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 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 ciśnienia w walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wizualizacja przepływów Elementy dynamiki gazów: adiabata Poissona. Prędkość dźwięku w gazach. Równanie Bernoulliego gazów. Jednowymiarowe równanie ciągłości dla gazu. Dysza de Laval. Przepływ podkrytyczny i nadkrytyczny Fale uderzeniowe (informacja). Przepływy gazu lepkiego w przewodach: przepływ adiabatyczny i izotermiczny. Zablockowanie przewodu. 	
Metalurgia procesów spawalniczych	K_W04, K_W07, K_W10, K_U02, K_U14, K_U17, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • 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, elektrożużlowego, 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. • Pękanie 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. 	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, 	
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań. 	
Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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 złączy spawanych	K_W05, K_W06, K_W07, K_U08, K_U10, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyżarzania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. • Mechanizm relaksacji naprężeń. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. • Wpływ wyżarzania odprężającego na właściwości stali. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzające w zakresie dwufazowym. • Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w podwyższonej temperaturze. • Wyżarzanie normalizujące i wyżarzanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. • Wyżarzanie odprężające złączy spawanych. • Wpływ wyżarzania na zmiany twardości złączy spawanych. 	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów - kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 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 automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a 	
<ul style="list-style-type: none"> realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne • Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania • Zasady syntezy układów sterowania • 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowosztaltowa 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 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 obróbki 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 wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa zazębienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół 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 zazębienia 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 napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratoria. W ramach laboratorium, 	

<p>przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach zakładkowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu gwintowanym. • Laboratorium - temat 3: Normalizacja i typizacja części maszynowych. Znormalizowane części maszynowe. • Laboratorium temat 4: Łożyska toczne. Rodzaje łożysk i ich dobór. Żywotność łożysk. Zużycie łożysk. • Laboratorium - temat 5: Wyznaczanie zarysu zębów nacinanych obwiedniowo narzędziem zębatkowym. • Laboratorium - temat 6: Koła zębate i reduktory. Rodzaje kół zębatych i ich wymiary geometryczne. Budowa reduktorów. • Laboratorium - temat 7: Wyznaczanie charakterystyki sprzęgła ciernego tarczowego. • Laboratorium - temat 8: Wyznaczanie sprawności reduktora ślimakowego. • Laboratorium temat 9: Wyznaczanie obrotów krytycznych wałka maszynowego. • Laboratorium - temat 10: Badanie sprzęgła kłowego przeciążeniowego. • Laboratorium - temat 11: Wyznaczanie charakterystyki czopowego połączenia stożkowego. • Laboratorium - temat 12: Badanie stanowiskowe kół zębatych i przekładni zębatych. • Laboratorium - temat 13: Zawory. Rodzaje zaworów, konstrukcja korpusów i innych części składowych. • Laboratorium - temat 14: Wyznaczanie sprawności poszczególnych stopni biegów. • Laboratorium - temat 15: Badanie przekładni pasowej. • Projekt I: Zaprojektować sprzęgło 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_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
<p>• Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniovy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES.</p>	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<p>• Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową tozonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<p>• Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.</p>	
Programowanie robotów przemysłowych	K_W02, K_W04, K_W10, K_U14, K_U17, K_U18, K_K03
<p>• Podstawowe informacje o metodach programowania robotów spawalniczych, producentach dedykowanego oprogramowania, firmach produkujących roboty spawalnicze. Przykłady wyposażenia cel spawalniczych. • Metodyka programowania spawalniczych. Zalety i wady robotyzacji spawania. Przegląd i omówienie elementów zrobotyzowanych stacji spawalniczych. • Przegląd narzędzi wspomagających programowanie robotów spawalniczych. Dedykowane instrukcje języków programowania stosowane w spawaniu. Sensory stosowane w zrobotyzowanych stacjach spawalniczych - układy korekcji ścieżki. • Układy bezpieczeństwa w zrobotyzowanych stacjach spawalniczych. Przegląd zaawansowanych stacji zrobotyzowanych. • Przykłady narzędzi programowania robotów spawalniczych. Zapoznanie z podstawami obsługi narzędzi programowania robotów. • Budowa stacji zrobotyzowanych z wykorzystaniem narzędzi programowanie off-line. • Programowanie off-line orientacji robotów, budowa narzędzi spawalniczych, definiowanie układów współrzędnych. Programowanie ścieżek robotów z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Programowanie prędkości, przyspieszeń i obciążeń robota spawalniczego z wykorzystaniem narzędzi off-line. • Budowa zaawansowanych stacji spawalniczych.</p>	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W03, K_W07, K_W09, K_U07, K_U10, K_U15, K_K01
<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>	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia 	
<p>blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczniaka i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznych: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących.</p>	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie 	
Spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i cięcie metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAx • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie szkicu) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak. • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych - wykresy, formuły tablicowe, Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologie spawalnicze	K_W02, K_W04, K_W09, K_U10, K_U11, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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 elektrodożyłowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie plazmowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie laserowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie wiązką elektronową parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie aluminotermiczne parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Napawanie parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Zgrzewanie, metody zgrzewania. Zgrzewanie oporowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Lutowanie - metody, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Cięcie płomieniem gazowym. • Cięcie plazmą • Zgrzewanie oporowe • Lutowanie miękkie i twarde • Natryskiwanie termiczne: ręczne i zrobotyzowane. • Spawanie zrobotyzowane. • Zaliczenie 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe i półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. 	
<p>Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego - pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzewcza. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy $X=const$, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine'a i Lindego. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji - masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia - sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia - cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury - przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury - cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury - wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej.</p>	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopienie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	

Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke’a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, czyste ścinanie Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a Wytyżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky’ego Charakterystyki geometryczne figur płaskich Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych, wzory Bredta Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfielda Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych Ramy płaskie – wyznaczanie sił wewnętrznych Ramy płaskie zamknięte Ramy symetryczne i antysymetryczne Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych Równanie trzech momentów Wytrzymałość złożona Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) Wyboczenie sprężyste prętów prostych Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne Ramy zamknięte Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania Statyczna próba ściskania, próba udarności Badania twardości metali Tensometria oporowa Tensometria optyczna Modelowe badania elastooptyczne Zaiczenie 	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W07, K_W10, K_W12, K_U07, K_U12, K_U18, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> 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 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 środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie Awarie przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS Kolokwium zaliczeniowe Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym) Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapą "Awarie" Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. 	

3.4. Specjalność: Komputerowo wspomagane wytwarzanie, stacjonarne

3.4.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	110 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=249&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.4.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1
2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2

3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MF	Modelowanie procesów produkcyjnych	30	0	15	0	45	3	N	
6	MT	Oprządowanie technologiczne	15	0	0	15	30	3	N	
6	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	15	0	0	15	30	3	N	

6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MT	Przygotowanie i organizacja produkcji	30	0	15	15	60	4	T	
6	MT	Systemy CAM	15	0	60	0	75	4	N	
6	MO	Systemy narzędziowe	15	0	15	0	30	2	N	
6	MT	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	15	0	0	15	30	2	N	
Sumy za semestr: 6			180	30	150	60	420	30	2	0
7	MO	Obrabiarki sterowane NC	15	0	30	0	45	5	T	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	MT	Produkcja odchudzona	15	0	15	0	30	3	T	
7	MT	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
7	MP	Zastosowanie MES w technologii maszyn	0	0	45	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 7			45	0	90	30	165	30	2	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1170	480	690	195	2535	210	16	6

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 osiąganych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	16
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	42 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	434 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	41
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	24 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	8 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	137 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	31
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	82.50 godz.

Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	220 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	23
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	185 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=249&C=2021>

3.4.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=249&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane 	
zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów. • Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. • Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej Widmo atomowe Przepływ ciepła w metalach i stopach Przewodnictwo elektryczne metali i stopów Właściwości magnetyczne metali i stopów Zjawiska termoelektryczne Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierztującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawianie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską. • Praca na zajęciach (na ocenę) - rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne. • Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	K_W06, K_U01, K_U13
<p>Grafika inżynierska 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprzężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. • Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<p>Maszyny technologiczne</p> <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 uchwytoowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki 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 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, 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. • Szlifierka uniwersalna do wałków CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • 	

Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja.	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Kolokwium. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostej. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodne i niejednorodne, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodne o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uziemienniania stałych). Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Kolokwia. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych Idealna budowa krystaliczna Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych Krystalizacja metali i stopów Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach FeC 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 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki 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 Obrobka cieplna stopów metali nieżelaznych Stal konstrukcyjna stopowa Stal narzędziowa Stal o szczególnych właściwościach Stopy aluminium Stopy miedzi Stopy niklu i tytanu Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03

<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 rozwiązywalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, 	
<p>rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły,</p>	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. • Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady. 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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 Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu kryzą ISA • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina 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 turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowo uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. 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. Zablockowanie przewodu. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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. 	

Modelowanie procesów produkcyjnych	K_W05, K_W07, K_W14, K_U04, K_U09, K_U17, K_U18, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • 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 wspomagania 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, redundantne, współbieżne. Opis dynamiki procesów: procesy potokowe i cykliczne. Opis systemów produkcyjnych za pomocą sieci 	
<p>„warunków- zdarzeń”</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 wspomagania harmonogramowania zadań w systemach produkcyjnych. Modelowanie rozmyte z zastosowaniem pakietu Fuzzy Logic Toolbox for Matlab. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań. 	
Obrabiarki sterowane NC	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U17
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia przewodnicowe w obrabiarkach CNC rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, prace badawcze dotyczące obrabiarek • Podsumowanie wiadomości z wykładu, omówienie przykładowych zadań na egzamin. • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Opracowanie planu przeglądów obrabiarki. • Badanie sztywności wybranych zespołów. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Obsługa magazynów narzędziowych. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na szlifierkach CNC. • Katalogowy dobór wybranych zespołów obrabiarki • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar 	

dokładności wymiarowo-kształtowej obrabianego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). • Rozwiązywanie wybranych zadań z zakresu MEK2/MEK3, poprawa niezaliczonych prac.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 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 	
Oprzędkowanie technologiczne	K_W05, K_W17, K_U07, K_U10, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Omówienie tematyki zajęć, literatura. Oprzędkowanie technologiczne – podział, zalety stosowania, zagadnienia bazowania i oznaczania elementów ustalających i mocujących. Przegląd obrabiarek ze zwróceniem uwagi na wyposażenie standardowe i specjalne oraz opis konstrukcji stołów i wrzecion. Rozwiązania konstrukcyjne stołów i końcówek wrzecion obrabiarek. Elementy uchwytów obróbkowych, zasady ustalania, ustalanie płaszczyznami. Ustalanie powierzchniami walcowymi zewnętrznymi i wewnętrznymi, powierzchniami kształtowymi. Elementy mocujące uchwytów, zamocowania gwintowe, klinowe, mimośrodowe i krzywkowe. Elementy ustalające i prowadzące narzędzia, elementy i mechanizmy podziałowe. Uniwersalne oprzędkowanie technologiczne, automatyzacja oprzędkowania, 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. 	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne • Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania • Zasady syntezy układów sterowania • 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W05, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U09, K_U15, K_K04
<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 użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie mfszyn w ruchu. Obsług, 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 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_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowokształtowa 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, wielowpustowych i kołkowych. Normalizacja części i parametrów tych połączeń. • Elementy podatne • Przewody rurowe i ich połączenia, zawory. • Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego. Osie i wały, ich obciążenia, konstrukcja i obliczenia wytrzymałościowe. Krytyczna liczba obrotów. • Łożyskowanie osi i wałów. Łożyska ślizgowe i toczne. Konstrukcja łożysk ślizgowych i tocznych. Nośność spoczynkowa i ruchowa łożysk tocznych. Żywotność i dobór łożysk tocznych. • Sprzęgła sztywne i podatne. Sprzęgła 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 wykreślno - 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_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01

• Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa zazębienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-łukowych. Ewolwenta i jej właściwości. Zasady doboru kąta przyporu. Metody obróbki kół zębatach. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunięcia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcja technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcja P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcja kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach 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 zazębienia 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 napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach zakładowych nitowanych i spawanych. • Laboratorium - temat 2: Wyznaczanie współczynnika tarcia w połączeniu 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 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 obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatach. Dobrać łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego.

Podstawy MES

K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09

• Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych. sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES.

Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<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 	
Praktyka kierunkowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Produkcja odchudzona	K_W05, K_W12, K_U09, K_U19, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją • Lean Manufacturing – szczupłe (odchudzone) wytwarzanie • Mapowanie strumienia wartości • Tworzenie ciągłego i płynnego procesu przepływu • Od myślenia do działania – jak osiągnąć stan przyszły • Narzędzia warunkujące wprowadzenie systemu - "5S", "TPM" i "SMED" • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu obecnego • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu przyszłego • Wykreślenie kompletnej mapy strumienia wartości stanu przyszłego 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wyłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnienie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytlaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczni i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących. 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepko-sprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie 	
Przygotowanie i organizacja produkcji	K_W05, K_W12, K_W20, K_U02, K_U04, K_U10, K_U18, K_K01, K_K04

• 1. Wprowadzenie do przedmiotu – Przygotowanie i Organizacja Produkcji. Definicje pojęcia, istota i cel przedmiotu : Przedsiębiorstwo – formy organizacyjne, zarządzanie przedsiębiorstwem, zarządzanie produkcją - cele i zadania jakość, niezawodność, konkurencyjność • System produkcyjny i jego charakterystyka. Definicja systemu. Struktura systemu produkcyjnego i wytwórczego Otoczenie systemu produkcyjnego. Proces produkcyjny jego cechy i elementy składowe. Proces wytwórczy – proces technologiczny, technologia grup GT. Struktura procesu produkcyjnego i wytwórczego. Typy formy i odmiany organizacji produkcji. Produktywność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktywności. Metody oceny produktywności. • Przygotowanie produkcji. procesy i strategie projektowania produkcji. Produkt. - projektowanie wyrobu. Podstawowe funkcje, techniki wartościowania. Łańcuch wytwarzania produktu • Proces przygotowania produkcji (projektowanie wyrobu, projektowanie i wybór procesu technologicznego,) , proces wytwarzania, proces dystrybucji. Charakterystyka elementów składowych podstawowego procesu wytwarzania. Klasyfikacja i charakterystyka przemysłowych procesów wytwarzania. Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. Metody skracania cyklu wytwarzania (przebieg szeregowy, szeregowo-równoległy, równoległy asynchroniczny, równoległy synchroniczny). Zarządzanie zapasami. Zapasy produkcji w toku. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej. Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska roboczego i modułu produkcyjnego. Struktury produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Projektowanie systemów produkcyjnych. Wybór wyposażenia i obsługa eksploatacyjna. • Wybrane zagadnienia z planowania i programowania przygotowania i uruchomienia produkcji. Projektowanie procesów w systemie produkcyjnym. Programowanie sieciowe – metoda CPM jako metoda przygotowania i uruchomienia produkcji . • Współczesne metody i systemy zarządzania produkcją i usługami. Logistyczne zarządzanie produkcją (systemy MRP/ERP – komputerowe wspomaganie zarządzania produkcją i usługami, JIT strategia produkcji „Dokładnie na czas”, OPT - zarządzanie wąskimi gardłami). Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy. Odchudzone wytwarzanie (Lean Manufacturing). Założenia koncepcji Lean Manufacturing. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej. Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska roboczego i modułu produkcyjnego. Narzędzia doskonalące organizację stanowiska roboczego: metoda 5S – zarządzanie przestrzenią roboczą, kompleksowe utrzymanie maszyn – TPM, metoda SMED Skracanie czasu przezbrajania maszyn Analiza struktury procesu wytwarza produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Opracowanie struktury produkcyjnej Projektowanie systemów produkcyjnej - LAYO.UT wydziału produkcyjnego. • .Projektowanie - Celem zajęć jest przygotowanie studentów do samodzielnego i poprawnego wykonania projektu. Projekt obejmuje opracowanie harmonogramu uruchomienia produkcji wyrobu (na podstawie zestawienia rysunku wyrobu), wykorzystując metodę programowania sieciowego CPM wyznaczyć ścieżkę krytyczną i wykreślić wykres Gantta, 1. Omówienie struktury zajęć, literatury oraz omówienie i przydział indywidualnych

założeń projektu stanowiącego przedmiot opracowywanych przez studentów projektów 2. Analiza modelowych założeń projektu, procedury analizy konstrukcyjno – technologicznej wyrobu ,określenie zakresu prac projektowych, procesu produkcji podstawowych części wyrobu „stopnia trudności”, dobór wskaźników wyceny pracochłonności wykonania dokumentacji konstrukcyjno- technologicznej wyrobu, oprzyrządowania, oraz wykonania serii informacyjnej wyrobu. 3. Opracowanie uproszczonego – ramowego procesu technologicznego podstawowych części wyrobu i wycena procesu wytworzenia. 4. Opracowanie harmonogramu TPP. Programowanie sieciowe CPM, wyznaczenie ścieżki krytycznej, wykres Gantta, rozwiązanie przykładu którego przedmiotem jest program u • Laboratorium: Celem zajęć jest praktyczne uruchomienie produkcji wybranej części „wałka”, „tarczy”, „tulei”, „korpusu” w warunkach produkcji małoseryjnej. przy .wykorzystaniu uniwersalnego parku maszynowego. oraz produkcji wybranej części „wałka” w warunkach produkcji seryjnej - masowej 1. Zajęcia wprowadzające. Omówienie charakteru i celu zajęć. Instruktaż BHP przydzielenie indywidualnych założeń – rysunków konstrukcyjnych części do wykonania Laboratorium nr.1 2. Analiza struktury procesu produkcyjnego wałka uruchomianego w warunkach produkcji małoseryjnej. (chronometraż czasu wykonania wałka, opracowanie uproszczonego procesu technologicznego przydzielonej części). 3. Analiza struktury procesu produkcyjnego wałka w warunkach produkcji seryjnej i masowej organizacja stanowisk roboczych, 4. Badanie i mierzenie pracy – analityczna norma czasu prac obliczanie technicznie uzasadnionej normy czasu pracy - obliczenie norm czasu pracy dla operacji opracowanego procesu technologicznego w Laboratorium nr1. 5. Doskonalenie stanowiska pracy – metoda „5S”, przygotowanie przydzielonego stanowiska pracy (tokarskie, frezarskie, szlifierskie itp.) wykorzystując narzędzia metody „5S”

Seminarium dyplomowe	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
• Rodzaje prac dyplomowych: klasyfikacja i charakterystyka • Wymagania formalne stawiane pracom dyplomowym • Charakterystyka źródeł pierwotnych i wtórnych. Prawa autorskie, przypisy literaturowe • Metody badawcze, przetwarzanie materiałów, systematyzowanie, wnioskowanie • Projektowanie planu pracy dyplomowej • Analiza opracowań studentów, dyskusja	
Spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka 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 • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali	
Systemy CAM	K_W05, K_W14, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomaganie wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynnności 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. Generowania i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Możliwości systemów CAM w zakresie adaptacji danych pośrednich dla różnych obrabiarek. Projekt z zakresu programowania toczenia 2-osiowego. Opracowanie procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. Programowanie frezowania. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC. 	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe. Modelowanie obiektowe. Modelowanie parametryczne. Modelowanie hybrydowe. Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid Prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. Część typu kostka. Część typu płytka (tworzenie szkicu) Część typu foremka. Część typu wspornik Element typu tarcza, wałek Część typu dźwignia Część typu złączka Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego Zespół : Imak. Zespół: Wyciskacz Zespół: Rolka Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	K_W05, K_W07, K_W17, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. Klasyfikacja, budowa i rozwiązania konstrukcyjne narzędzi. Odmiany konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania. Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru Systemy narzędziowe dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki rozwoju narzędzi skrawających, rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego Wpływ geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór łamacza wióra, materiału narzędziowego. Wpływ sposobu geometrii narzędzi i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt 	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych - wykresy, formuły tablicowe, Solver. Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje 	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine'a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy $X=const$, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine'a i Lindego. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej. 	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopenie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów–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 • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • Wyężenie 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 • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrecanie pretow o przekrojach niekolwych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych). • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i JohnsonaOstenfelda. • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarowości • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zailczenie 		K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykiotowanie. • Awarye przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym). • Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp. • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapa "Awarye". • Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. 		K_W03, K_W06, K_W15, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do modelowania MES zagadnień nieliniowych i kontaktowych. Źródła nieliniowości w modelowaniu procesów technologicznych. Podstawowe wymagania programów opartych na MES w zastosowaniu do analizy zagadnień z zakresu technologii maszyn. Zapoznanie się z interfejsem i strukturą programu MSC. Marc/Mentat, poruszanie się po programie, zasady tworzenia modelu, jego dyskretyzacja, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów, uwagi na temat modelowania zagadnień technologicznych (głównie procesów plastycznego kształtowania metali i stopów). Modelowanie numeryczne procesu spękania na zimno w osiowosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Wpływ warunków tarcia na przebieg procesu. Modelowanie numeryczne procesu gięcia w płaskim stanie naprężenia oraz płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników z uwzględnieniem sprężynowania. Wpływ właściwości kształtowanego materiału na wielkość sprężynowania po gięciu. Modelowanie numeryczne procesu wykrawania w płaskim stanie odkształcenia z zastosowaniem symetrii płaszczyznowej oraz w osiowosymetrycznym stanie naprężenia. Przygotowanie modeli do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego pręta o przekroju kołowym z wykorzystaniem różnych opcji przebudowy siatki dostępnych w programie. Prezentacja, analiza i porównanie uzyskanych wyników. Modelowanie procesu spłaszczania rury o różnych współczynnikach cienkościerności w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modeli oraz prezentacja wyników. Określenie wpływu cienkościerności rury na zmianę kształtu przekroju poprzecznego. Budowa modelu powłokowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami z zastosowaniem dociskacza i bez dociskacza, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników obliczeń. Modelowanie procesu wywijania kołnierza z zastosowaniem modelu powłokowego oraz osiowosymetrycznego, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja, analiza i porównanie wyników obliczeń. Modelowanie procesu ciągnięcia drutu przez ciągadło stożkowe w osiowosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu, prezentacja i analiza wyników badań. Modelowanie procesu wytłaczania z uwzględnieniem anizotropii właściwości plastycznych kształtowanej blachy z wykorzystaniem warunku plastyczności Hilla, przygotowanie modelu, prezentacja wyników obliczeń. 		K_W05, K_W12, K_U02, K_U18, K_U19, K_K04

• Istota zarządzania produkcją. Tendencje rozwojowe w zarządzaniu produkcją. Geneza i rozwój systemów komputerowego wspomagania zarządzania produkcją MRP, ERP, SCM. • Prognozowanie i planowanie zagregowane produkcji. Istota prognozowania. Szeregi czasowe. Modele prognozowania. Błąd prognozy. Opcje decyzyjne i strategie planowania zagregowanego. • Planowanie i sterowanie zasobami produkcyjnymi – systemy MRP II. Rodzaje struktur produktów. Podsystem struktury wyrobów BOM. System planowania potrzeb materiałowych MRP. System planowania zdolności produkcyjnych CRP. • Planowanie i sterowanie przepływem produkcji – systemy PPC. Funkcje systemów planowania i sterowania produkcją PPC. Integracyjna rola systemów PPC. Funkcjonalne cechy systemów PPC. Systemy kierowania wytwarzaniem SFC. • Harmonogramowanie dyskretnych procesów produkcyjnych. Klasyfikacja problemów harmonogramowania. Szeregowanie zadań produkcyjnych na jednej maszynie. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego. • Analiza porównawcza efektywności wybranych metod prognozowania produkcji (model ważonej średniej ruchomej, model Browna, 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.

3.5. Specjalność: Napędy mechaniczne, stacjonarne

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.	110 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	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.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.






Szczegółowe informacje o:

1. 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=M&K=M&TK=html&S=1421&C=2021>, 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	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1
2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	

2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	

5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	MK	CAD w modelowaniu napędów	0	0	45	0	45	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MK	Obliczanie przekładni zębatych wg ISO	15	15	0	0	30	3	T	
6	MA	Podstawy mechatroniki	15	0	30	0	45	2	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MK	Projektowanie przekładni	0	0	0	45	45	3	N	
6	MK	Specyfikacja geometrii wyrobu i pomiary	30	0	30	0	60	4	T	
6	MT	Systemy CAM	15	0	30	0	45	3	N	
6	MT	Technologia kół zębatych	15	0	15	0	30	3	N	
Sumy za semestr: 6			135	45	195	45	420	30	3	0
7	MO	Obrabiarki CNC	15	0	30	0	45	5	T	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	MK	Projektowanie napędów mechanicznych	15	0	30	0	45	5	T	
7	MK	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
7	MK	Zastosowanie MES w budowie maszyn	0	0	30	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			45	0	90	30	165	30	2	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1125	495	735	180	2535	210	17	6

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 osiąganych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	14
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	39 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	383 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	40
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	25 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5 godz.

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	137 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	12
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	78.50 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	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	130 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	163 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1421&C=2021>

3.5.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=1421&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
CAD w modelowaniu napędów	K_W06, K_U07, K_U17
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do aktualnej wersji programu Autodesk Inventor - omówienie najistotniejszych zmian w programie Parametryzacja części i zespołów Tworzenie i wykorzystanie elementów inteligentnych iPart, iFeatures, iMate, iAssembly Projektowanie sprzęgła z użyciem generatora połączeń śrubowych lub sworzniowych Projektowanie wałów maszynowych z użyciem narzędzi projektowania funkcjonalnego. Obliczenia łożysk i wpustów. Projektowanie przekładni walcowej, stożkowej, ślimakowej, łańcuchowej, pasowej z użyciem generatora przekładni Projektowanie korpusu, pokryw, tulei Projekt reduktora z przekładnią jednostopniową walcową Projekt reduktora z przekładnią planetarną Modelowanie i analiza wytrzymałościowa konstrukcji ramowych z zastosowaniem generatora ram Analiza kinematyczna i dynamiczna zespołu. Uzupełnienie dokumentacji studenta 	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	

Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalnej mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Kład i podniesienie z układu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych 	
<p>wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziały, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską. • Praca na zajęciach (na ocenę) - rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych.</p>	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. • Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19

<ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe 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. 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, Szlifiarki do wałków kłowe, Szlifiarki do wałków bezkłowe, Szlifiarki do otworów, Szlifiarki do płaszczyzn, Szlifiarki ostrzarki, Obrabiarki do osiłkowania 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, 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. 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, K_U02, K_U07, K_U09
<p>Matematyka (metody numeryczne) 3</p> <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 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	K_W01, K_U09, K_K03
<p>Matematyka 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań 	<p>liniowych.</p> <ul style="list-style-type: none"> Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Kolokwium.
<p>Matematyka 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostych. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodne i niejednorodne, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodne o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uzmienniania stałych). Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Kolokwia. 	K_W01, K_U09, K_K03
<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1</p> <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 FeC w warunkach równowagi Staliwo i stal niestopowa Zeliwo 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_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2</p>	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów • Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej • Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej • Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza • Rodzaje i charakterystyka stali stopowych • Stopy metali nieżelaznych • Materiały spiekane • Podstawy obróbki cieplnej • Hartowność stali • Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej • Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych • Stal konstrukcyjna stopowa • Stal narzędziowa • Stal o szczególnych właściwościach • Stopy aluminium • Stopy miedzi • Stopy niklu i tytanu • Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytywnione. • 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 ruchu bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły, 	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. • Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady. 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ściśliwość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba Knudsen. Zasada zachowania masy: różne postaci równania ciągłości: forma różniczkowa i całkowita. Definicja wydatku płynu Dynamika płynu doskonałego I: zasada zachowania pędu- równanie Eulera. Całka Cauchy'ego równania Eulera: dwie postaci równania Bernoulliego. Zastosowania równania równania Bernoulliego dla płynów idealnych. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu kryzą ISA • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina Francis. Pomiar reakcji hydrodynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki wentylatora 	
<ul style="list-style-type: none"> • promieniowego. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu ściśliwego i nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Niektóre rozwiązania równań N-S: laminarny przepływ osiowosymetryczny. Przepływ Coutte. Zarys teorii smarowania. Współczynnik strat liniowych. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. 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. Zablockowanie przewodu. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08

<ul style="list-style-type: none"> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walцовości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość i falistość powierzchni. • 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. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań. 	
Obliczanie przekładni zębatych wg ISO	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Projektowanie współczesnych przekładni zębatych według metodyki ISO. Konstrukcja kół i przekładni. Wytrzymałość zazębienia. Metody A, B i C obliczeń wytrzymałościowych, zakres stosowania. Obliczanie nośności kół zębatych walcowych o zębach prostych i śrubowych. Przenoszenie obciążenia przez zazębienie. Wytrzymałość zazębienia na naciski powierzchniowe (pitting). Wytrzymałość użębienia na złamanie u podstawy. Obliczenia przekładni zębatej na zatarcie. Metoda temperatury błyskowej. Wpływ smarowania na odporność na zatarcie. Odporność przekładni na zagrzanie. Bilans cieplny przekładni. • Projektowanie przekładni w zakresie nośności. Dobór współczynników dla różnych warunków pracy przekładni, analiza nośności w odniesieniu do klasy wykonania użębień. • Projektowanie przekładni w zakresie wytrzymałości na naciski powierzchniowe. Obliczanie współczynnika bezpieczeństwa, dobór współczynników określających wytrzymałość na pitting i ich analiza. • Projektowanie przekładni w zakresie wytrzymałości na złamanie u podstawy zęba. • Zagadnienia doboru materiałów na koła zębate w kontekście wytrzymałości przekładni. • Obliczanie przekładni na zatarcie dla metody temperatury błyskowej. Obliczenia średniej temperatury kontaktu. • Uzupełnienie dokumentacji studenta. 	
Obrabiarki CNC	K_W04, K_W05, K_W06, K_W09, K_W10, K_W14, K_W16, K_W17, K_U01, K_U08, K_U14, K_U15, K_U16, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek • mechaniczna budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia przewodnicowe w obrabiarkach CNC rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, prace badawcze dotyczące obrabiarek • Podsumowanie wiadomości z wykładu, omówienie przykładowych zadań na egzamin. • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Opracowanie planu przeglądów obrabiarki. • Badanie sztywności wybranych zespołów. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Obsługa magazynów narzędziowych. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na szlifierkach CNC. • Katalogowy dobór wybranych zespołów obrabiarki • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrabianego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). • Rozwiązywanie wybranych zadań z zakresu MEK2/MEK3, poprawa niezaliczonych prac. 	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów 	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • 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 automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne • Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania • Zasady syntezy układów sterowania • 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. • Chwytaaki: 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Transystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowokształtowa i czynniki na nią wpływające. Wykresy zmęczeniowe. Obliczenia współczynników bezpieczeństwa. Podnoszenie wytrzymałości zmęczeniowej. • Elementy tribologii. • Połączenia i ich rodzaje. Połączenia nierozłączne elementów maszyn. 	
<p>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 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 wykreślno - 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_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatych. 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 zębatych. Zarys odniesienia. Wpływ rozsunięcia osi na współpracę kół. • Graniczna liczba zębów. Korekcja technologiczna i konstrukcyjna uzębienia. Grubość zęba na dowolnej średnicy. Korekcja P-O i P oraz wymiary kół korygowanych. • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych. Wymiary kół o zębach śrubowych. Zastępcza i graniczna liczba zębów. Korekcja kół walcowych śrubowych. Linia przyporu. Rozkład sił w przekładni walcowej o zębach śrubowych. • Przekładnie walcowe o osiach 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 korekcy. • 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 napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach 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. 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 złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. 	<p>K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych. sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniov element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES. 	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykacjach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi 	
<p>Praktyka kierunkowa</p>	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	

Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczanie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczniaka i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących. 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie 	
Seminarium dyplomowe	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Temat pracy dyplomowej, rodzaj pracy, promotor. • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. • Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (teoretyczna, technologiczna, konstrukcyjna, badawczo-doświadczalna). • Pierwsze referowanie pracy. Temat, cel i zakres pracy, harmonogram realizacji pracy, spodziewane wyniki. • Metodyka badań komputerowych i stanowiskowych. • Drugie referowanie pracy. Temat (uscieslenie lub jego zmiana), cel i zakres pracy. Omówienie uzyskanych wyników, sformułowania wniosków. • Dyskusja studentów i prowadzącego seminarium z referentem, dotycząca sposobu referowania i treści pracy. • Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. Sposób referowania pracy w czasie obrony. prezentacja pracy i uzyskanych wyników. Prezentacja wizualna tego, co zrobiono jak również osiągniętych wyników. • Podsumowanie tematyki i zajęć seminaryjnych. Inne spostrzeżenia i zalecenia dotyczące obrony. Zaliczenie seminarium dyplomowego. 	
Spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i cięcie metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali 	
Specyfikacja geometrii wyrobu i pomiary	K_W08, K_U08, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Znaczenie kontroli w procesie wytwarzania. Podział i struktura norm GPS. Tolerancje 3D. Funkcjonalny, technologiczny, metrologiczny wybór i interpretacja tolerancji geometrycznych. Różnica między normą ISO a innymi normami. Wprowadzenie do współrzędnościowej techniki pomiarowej. Obsługa współrzędnościowej maszyny pomiarowej Klingelberg P40. • Tolerancje wymiarowe i geometryczne części maszyn i elementów układu napędowego. • Klasy dokładności kół zębatach. Parametry pomiarowe kół zębatach walcowych, stożkowych, ślimakowych. Metodyka pomiarów. Pomiar kół zębatach metodami klasycznymi. Przygotowanie programu do pomiaru kół zębatach i wałków na współrzędnościowej maszynie pomiarowej P40. Pomiary współrzędnościowe elementów obrotowych (otoczek kół zębatach, tulei, wałków). Pomiary współrzędnościowe kół 	

zębatach walcowych o zębach prostych (uzębienie zewnętrzne, wewnętrzne) i śrubowych, kół stożkowych (zębniak i koło talerzowe), ślimaków.	
Systemy CAM	K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomaganie wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynnności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów 	
<p>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. Generowania i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Możliwości systemów CAM w zakresie adaptacji danych pośrednich dla różnych obrabiarek. Projekt z zakresu programowania toczenia 2-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. Programowanie frezowania. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC.</p>	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie szkicu) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak. • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych – wykresy, formuły tablicowe, Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine’a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy $X=const$, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine’a i Lindego. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej. 	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopenie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke’a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów- statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, . Czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a • Wyężenie 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 • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrecanie pretow o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie 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 JohnsonaOstenfielda. • 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 Wereshczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczenie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreślna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zailczenie 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym). • Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp. • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapa "Awaryjne". • Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. 	
Zastosowanie MES w budowie maszyn	K_W03, K_W05, K_W06, K_W15, K_U01, K_U06, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES, omówienie interfejsu programu oraz poszczególnych etapów przeprowadzania analiz numerycznych na przykładzie jednoosiowego rozciągania • Modelowanie konstrukcji prętowych, belkowych przy użyciu elementów jednowymiarowych • Dwuwymiarowe zadanie teorii sprężystości. • Analiza konstrukcji powłokowej. • Zagadnienia kontaktu ciał odkształcalnych • Analiza numeryczna komponentów osiowosymetrycznych • Modelowanie komponentów trójwymiarowych z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia i utwierdzenia. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES • Praca konstrukcji w zakresie sprężysto-plastycznym • Badanie stateczności elementów konstrukcyjnych. Wyboczenie płyt cienkościennych • Drgania własne konstrukcji, wyznaczenie postaci i częstości drgań własnych • Zaliczenie w formie kolokwium (termin 1 i poprawkowy) 	

3.6. Specjalność: Pojazdy samochodowe - Inżynieria napędów pojazdów samochodowych, stacjonarne

3.6.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	109 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.






Szczegółowe informacje o:


1. 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=M&K=M&TK=html&S=256&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.6.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1
2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	

4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	ME	Budowa samochodów	30	0	15	15	60	5	T	
6	ME	Diagnostyka samochodów	30	0	30	0	60	3	N	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa	30	0	30	0	60	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	ME	Komputerowe modelowanie układów napędowych	0	0	30	0	30	3	N	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	ME	Silniki pojazdów samochodowych	30	0	30	15	75	5	T	
Sumy za semestr: 6			180	30	195	30	435	30	3	0
7	ME	Obsługa i eksploatacja pojazdów hybrydowych	15	0	15	0	30	4	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	ME	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
7	ME	Systemy CAx w projektowaniu układów funkcjonalnych pojazdów	0	0	30	15	45	4	N	
7	ME	Systemy sterowania silników	15	0	15	0	30	4	N	
Sumy za semestr: 7			45	0	60	45	150	30	0	0

SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:	1170	480	705	180	2535	210	15	6

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	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	5
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	36.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	443 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	41
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	25.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	137 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	56.50 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	178 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	155 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=256&C=2021>

3.6.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=256&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
-----------------	---

<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożenia (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
Budowa samochodów	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. Budowa kół i opon. Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. Mechaniczne skrzynki biegów. Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Automatyczne skrzynie biegów. Wały napędowe, półosie i przeguby. Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne i mieszane. Urządzenia wspomagające hamowanie. Korektory sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawiesznień. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesznień. Budowa zawieszienia – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. Budowa ram i nadwozi. Budowa kół i ogumienia. Sprzęgła cierne jedno i wielopłytkowe. Budowa skrzynki biegów dwuwąłkowej. Budowa skrzynki biegów trójwałkowej. Budowa skrzynek biegów hydromechanicznych. Budowa wału, mostu napędowego i mechanizmu różnicowego. Budowa hydraulicznego układu hamulcowego. Budowa pneumatycznego układu hamulcowego. Budowa układu kierowniczego. Przekładnie kierownicze. Budowa układu kierowniczego. Mechanizmy zwrotnicze. Budowa zawieszienia. Elementy sprężyste i wodzące. Budowa zawieszienia. Amortyzatory. Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszienia. 	
Diagnostyka samochodów	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, istota i zadania diagnostyki technicznej pojazdów samochodowych. Klasyfikacja i charakterystyka parametrów diagnostycznych. Stany diagnostyczne. Proces diagnozowania i procedury diagnostyczne. Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce pojazdów samochodowych. Diagnostyka układów napędowych i silników spalinowych pojazdów samochodowych. Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszienia i oświetlenia). Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych. 	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy 	
<ul style="list-style-type: none"> paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego Podstawy 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 Przeptyw ciepła w metalach i stopach Przewodnictwo elektryczne metali i stopów Właściwości magnetyczne metali i stopów Zjawiska termoelektryczne Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziały, linie rysunkowe, określanie położenia. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską. • Praca na zajęciach (na ocenę) - rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	K_W06, K_U01, K_U13
<p>Grafika inżynierska 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. • Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<p>Maszyny technologiczne</p> <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 uchwytyowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki 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 osiłkowania i docierania. • Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki elektrochemiczne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzebień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzebień, Metody 	

<p>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 (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<p>• Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklejanych. • Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. • Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. • Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. • Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych.</p>	
Matematyka 1	K_W01, K_U09, K_K03
<p>• Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. • Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. • Kolokwium.</p>	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
<p>• Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. • Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostej. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. • Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. • Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodne i niejednorodne, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodne o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uźmienniania stałych). • Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. • Kolokwia.</p>	
Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	K_W05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
<p>• Rola i zadania układów zasilania silników spalinowych. Układy zasilania silników o zapłonie iskrowym - kryteria podziału i klasyfikacja. Zintegrowane systemy paliwowe i zapłonowe. Układy zasilania silników o zapłonie samoczynnym - kryteria podziału i klasyfikacja. Rodzaje i budowa pomp wtryskowych. Rodzaje i budowa wtryskiwaczy. Rodzaje i budowa pompowtryskiwaczy. Wysokociśnieniowe systemy wtrysku paliwa (m.in. Common Rail, HEUI, SELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych • Pomiar skuteczności oczyszczania, chłonności i oporów przepływu wkładów filtrów powietrza. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego benzyny. Pomiar wydajności wtryskiwacza silnika z zapłonem iskrowym. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego silnika wysokoprężnego. Ocena parametrów wtryskiwacza silnika z zapłonem samoczynnym. Ocena parametrów pompy wysokiego ciśnienia układu Common Rail.</p>	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
<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 FeC 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 i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<p>• 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</p>	

Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesytywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył • Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. • Ruch złożony bryły, przykłady. • Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił • Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił • Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 • Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. • Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia • Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 • Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. • Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. • Ruch złożony punktu i bryły, 	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu tocącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. • Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady. 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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 całkowita. 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, zwężka 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 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 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 nieniu-tonowskie. 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. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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. 	

Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> 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 automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne • Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania • Zasady syntezy układów sterowania • 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	<p>K_W04, K_U06, K_U08, K_K03</p>
<p>Podstawy elektrotechniki i elektroniki</p> <ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	<p>K_W03, K_U01, K_U09, K_U13</p>
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria 	
<p>optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowokształtowa 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 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 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 wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. </p>	<p>K_W03, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01</p>
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 2</p>	

<ul style="list-style-type: none"> • Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk 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 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. 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 korekcie. • Obliczenia wytrzymałościowe kół zębatach walcowych i stożkowych na zginanie, naciski i na zacieranie. Obliczenia sprawdzające wg metody ISO. • Przekładnie cięgnowe. Pasy płaskie, klinowe i zębate. Obliczenia wytrzymałościowe przekładni cięgnowych z pasami płaskimi i klinowymi. Przekładnie łańcuchowe. Rodzaje łańcuchów i ich dobór. projektowanie przekładni łańcuchowej. • Podstawy napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie 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 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 obliczeń 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. 	<p>K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych. sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES. 	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa 	
<p>specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi</p>	
<p>Praktyka kierunkowa</p>	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoz. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAX). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
<p>Przeróbka plastyczna</p>	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w poddasz wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczniaka i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących. 	<p>K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie 	<p>K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Kryteria doboru i wykorzystania materiału źródłowego. Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. • Współczesne metody i procedury diagnozowania pojazdów i silników samochodowych. Diagnostyka pokładowa OBD w pojazdach samochodowych. Telematyka w eksploatacji pojazdów samochodowych. Proekologiczne rozwiązania w pojazdach samochodowych. 	<p>K_W04, K_U01, K_U09, K_K03</p>
<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 wymuszonym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i doładowania tłokowych silników spalinowych. Mechanika układu korbowego. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Rozwiązania konstrukcyjne systemów spalania. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół kadłuba, głowice i kolektory. Układ smarowania i chłodzenia. Układ zasilania. Proekologiczne rozwiązania tłokowych silników spalinowych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Układy sterowania silnikiem. Układ dolotowy. Doładowanie silnika. Zaliczenie projektu. 	<p>K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i cięcie metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali 	<p>K_W06, K_U07, K_U13, K_K03</p>
<p>Systemy komputerowe CAD</p>	<p>K_W06, K_U07, K_U13, K_K03</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i 	
<p>bezystykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie szkicu) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak. • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Systemy sterowania silników	K_W06, K_U01, K_U06, K_U16, K_U17, K_U19, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Zarys rozwoju układów zapłonu i zasilania silników spalinowych. Informacje na temat elementów elektronicznych stosowanych w sterownikach silników. • Pojęcie sterowania. Strategie sterowania silnikiem spalinowym. Fazy pracy silnika spalinowego i właściwe im procesy zachodzące w silniku. Sterowanie silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym w fazie rozruchu silnika. Proces nagrzewania silnika i sterowanie silnikiem w tym okresie pracy silnika. • Podstawy tworzenia mieszanki palnej w silniku o zapłonie iskrowym. Sterowanie procesem napełniania. Systemy o zmiennej geometrii układu dolotowego, sterowanie recyrkulacją spalin i doładowaniem. Sterowanie rozrządem w systemach o zmiennych fazach rozrządu. Sterowanie zapłonem. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem pośrednim. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem bezpośrednim. Tworzenie mieszanki i sterowanie procesem podawania paliwa w silnikach wysokoprężnych. Sterowanie silnikiem w fazie hamowania i układem pochłaniania par paliwa. • Sterowniki, układy wykonawcze w silnikach ZI i ZS i transmisja danych między układami elektronicznymi. Procedury awaryjne sterowania silnikiem i układy OBD. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika indukcyjnego prędkości obrotowej. Wyznaczanie charakterystyki czujnika temperatury cieczy i powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia przepustnicy. Wyznaczanie charakterystyki czujnika ciśnienia bezwzględnego powietrza. Wyznaczanie charakterystyki przepływomierza powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia pedału przyspieszenia. 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych – wykresy, formuły tablicowe, Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine’a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine’a i Lindego. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej. 	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	

Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopenie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke’a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów-statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, . Czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta. • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke’a • Wyteżenie materiału, podział hipotez wytrzymałościowych, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego – Beltramiego, energii odkształcenia postaciowego – Hubera, Misesa, Hencky’ego • Charakterystyki geometryczne figur płaskich • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych – analiza pręta rozciąganego, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów • Dwuwymiarowy stan naprężenia – zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrecanie pretow o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczenie 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 JohnsonaOstenfielda. • 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, wyznaczenie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczenie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rowiazywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych. • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczenie przemieszczeń belek. • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczenie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zailczenie 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie. • Awarie przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym). • Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp. • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapa "Awarie". • Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania 	

środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.

3.7. Specjalność: Pojazdy samochodowe - Inżynieria pojazdów samochodowych, stacjonarne

3.7.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	109 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	4 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.






Szczegółowe informacje o:

1. 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=M&K=M&TK=html&S=255&C=2021>, 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	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1
2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	

2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	
3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	

5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	ME	Budowa samochodów	30	0	15	15	60	5	T	
6	ME	Diagnostyka samochodów	30	0	30	0	60	3	N	
6	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa	30	0	30	0	60	3	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	ME	Komputerowe modelowanie układów napędowych	0	0	30	0	30	3	N	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	ME	Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	15	0	15	0	30	2	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	ME	Silniki pojazdów samochodowych	30	0	30	15	75	5	T	
Sumy za semestr: 6			180	30	195	30	435	30	3	0
7	ME	Inżynieria pojazdów w systemach CAD/CAM	0	0	30	0	30	4	N	
7	ME	Inżynieria wytwarzania i eksploatacji pojazdów	30	0	15	0	45	4	N	
7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	ME	Proekologiczne systemy diagnostyczne pojazdów	15	0	15	0	30	4	N	
7	ME	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			60	0	60	30	150	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1185	480	705	165	2535	210	15	6

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 osiąganych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	5
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	36.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	383 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	41
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	25.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	137 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	10
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	56.50 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	153 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	155 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=255&C=2021>

3.7.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=255&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni. 	
Budowa samochodów	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. Budowa kół i opon. Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. Mechaniczne skrzynki biegów. Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Automatyczne skrzynie biegów. Wały napędowe, półosie i przeguby. Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechaniczne różnicowe. Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne i mieszane. Urządzenia wspomagające hamowanie. Korektory sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawiesznień. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesznień. Budowa zawieszienia – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. Budowa ram i nadwozi. Budowa kół i ogumienia. Sprzęgła cierne jedno i wielopłytkowe. Budowa skrzynki biegów dwuwąłkowej. Budowa skrzynki biegów trójwałkowej. Budowa skrzynek biegów hydromechanicznych. Budowa wału, mostu napędowego i mechanizmu różnicowego. Budowa hydraulicznego układu hamulcowego. Budowa pneumatycznego układu hamulcowego. Budowa układu kierowniczego. Przekładnie kierownicze. Budowa układu kierowniczego. Mechanizmy zwrotnicze. Budowa zawieszienia. Elementy sprężyste i wodzące. Budowa zawieszienia. Amortyzatory. Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszienia. 	
Diagnostyka samochodów	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, istota i zadania diagnostyki technicznej pojazdów samochodowych. Klasyfikacja i charakterystyka parametrów diagnostycznych. Stany diagnostyczne. Proces diagnozowania i procedury diagnostyczne. Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce pojazdów samochodowych. Diagnostyka układów napędowych i silników spalinowych pojazdów samochodowych. Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszienia i oświetlenia). Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych. 	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. • Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. • Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. • Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne • Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalnej mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, 	
<ul style="list-style-type: none"> • równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. • Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. • Kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobów: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. • Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. • Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów. • Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. • Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. • Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. • Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. • Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. • Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. • Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską. • Praca na zajęciach (na ocenę) - rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. • Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne • Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. • c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprzężyn. Rysowanie przekładni pasowych i zębatach. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. Test zaliczeniowy. Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe 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 uchwyty, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Precinarki ramowe, Precinarki taśmowe, Precinarki 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 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 (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. 	
<p>rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych.</p> <ul style="list-style-type: none"> Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cyklotometryczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Kolokwium. 	

Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostej. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodne i niejednorodne, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodne o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uzmienniania stałych). Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Kolokwia. 	
Materiały eksploatacyjne pojazdów samochodowych	K_W05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Rola i zadania układów zasilania silników spalinowych. Układy zasilania silników o zapłonie iskrowym - kryteria podziału i klasyfikacja. Zintegrowane systemy paliwowe i zapłonowe. Układy zasilania silników o zapłonie samoczynnym - kryteria podziału i klasyfikacja. Rodzaje i budowa pomp wtryskowych. Rodzaje i budowa wtryskiwaczy. Rodzaje i budowa pompowtryskiwaczy. Wysokociśnieniowe systemy wtrysku paliwa (m.in. Common Rail, HEUI, CELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych Pomiar skuteczności oczyszczania, chłonności i oporów przepływu wkładów filtrów powietrza. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego benzyny. Pomiar wydatku wtryskiwacza silnika z zapłonem iskrowym. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego silnika wysokoprężnego. Ocena parametrów wtryskiwacza silnika z zapłonem samoczynnym. Ocena parametrów pompy wysokiego ciśnienia układu Common Rail. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych Idealna budowa krystaliczna Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych Krystalizacja metali i stopów Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach FeC w warunkach równowagi Staliwo i stal niestopowa Zeliwo 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 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki cieplnej Pierwiastki stopowe i ich wpływ na strukturę i właściwości stopów żelaza Rodzaje i charakterystyka stali stopowych Stopy metali nieżelaznych Materiały spiekane Podstawy obróbki cieplnej Hartowność stali Obróbka cieplna stali konstrukcyjnej Obróbka cieplno-chemiczna części maszyn Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych Stal konstrukcyjna stopowa Stal narzędziowa Stal o szczególnych właściwościach Stopy aluminium Stopy miedzi Stopy niklu i tytanu Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe mechaniki. Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. Aksjomaty statyki. Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. Układy statycznie rozwiązalne i przesyżnione. Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. Ruch złożony bryły, przykłady. Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. Ruch złożony punktu i bryły, 	
Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. Dynamika ruchu układu brył, przykłady. Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. Praca elementarna, 	

całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady.	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<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 Prandtla, zwężka 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 osiowoosymetryczny. 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. Reynoldsofsko 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 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.</p>	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<p>• Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • 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. • 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>	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<p>• Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.</p>	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, łożowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów - kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna.

Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów

Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
----------------------------------	--

• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. • Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego

Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
--------------------------------	----------------------------

• Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne • Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania • Zasady syntezy układów sterowania • 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 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania

Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
--	----------------------------

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowokształtowa 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 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, 	
<p>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 wykreślno - 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_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk 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 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. 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 korekcy. • 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 napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego, 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 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 obliczeń 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. 	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych. sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES. 	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi 	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania 	
<p>wyłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznej współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spękanie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczenie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczni i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących.</p>	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie 	
Seminarium dyplomowe	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie pojazdów. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie silników spalinowych. 	
Silniki pojazdów samochodowych	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
<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 wymuszonym. Proces spalania – silnik z zapłonem samoczynnym. Proces wylotu i doładowanie tłokowych silników spalinowych. Mechanika układu korbowego. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Rozwiązania konstrukcyjne systemów spalania. Układ korbowo-tłokowy. Układ rozrządu. Zespół kadłuba, głowice i kolektory. Układ smarowania i chłodzenia. Układ zasilania. Proekologiczne rozwiązania tłokowych silników spalinowych. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Układy sterowania silnikiem. Układ dolotowy. Doładowanie silnika. Zaliczenie projektu. 	
Spawalnictwo	K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i cięcie metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analizyczne metody oceny spawalności stali 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAD • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie szkicu) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie 	
<p>danych, graficzna prezentacja danych – wykresy, formuły tablicowe, Solver.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmann. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czyste; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine’a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. • Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine’a i Lindego. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. • 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej. 	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzanie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopenie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa pracy NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementowy konstrukcji i obciążenia, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów – statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, Czyste ścinanie Skęcianie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego Skęcianie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy Analogia hydrodynamiczna. Skęcianie prętów cienkościennych – wzory Bredta Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a 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 Skęcianie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych Skrekanie pretow o przekrojach niekołowych, wzory Bredta Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i JohnsonaOstenfielda Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciąganych, skręcanych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych Ramy płaskie zamknięte Ramy symetryczne i antysymetryczne Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych Równanie trzech momentów Wytrzymałość złożona Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) Wyboczenie sprężyste prętów prostych Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne Ramy ściśle płaskie statycznie niewyznaczalne i statycznie niewyznaczalne Ramy zamknięte Statyczna próba rozciągania, Ścisła próba rozciągania Statyczna próba ściskania, próba uderzeniowa Badania twardości metali Tensometria oporowa Tensometria optyczna Modelowe badania elastooptyczne Zailczenie 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie Awarie przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS Kolokwium zaliczeniowe Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym) Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapa "Awarie" Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń 	

3.8. Specjalność: Programowanie i automatyzacja obróbki, stacjonarne

3.8.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	109 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	146 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	4 ECTS





Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.



Szczegółowe informacje o:

1. 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=M&K=M&TK=html&S=250&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.8.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	15	0	0	0	15	2	N	
1	FC	Fizyka 1	30	30	0	0	60	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	30	0	15	0	45	4	N	
1	FD	Matematyka 1	45	45	0	0	90	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	3	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	30	15	0	0	45	4	N	
1	MT	Zarządzanie środowiskiem	30	15	0	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 1			210	105	15	0	330	30	2	1
2	ME	Ekologia	15	0	15	0	30	3	N	
2	MC	Fizyka 2	30	0	15	0	45	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska 2	15	0	0	30	45	4	N	
2	FD	Matematyka 2	30	30	0	0	60	6	T	
2	MA	Mechanika ogólna 1	30	30	0	0	60	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	15	15	0	0	30	2	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	30	0	45	4	N	
Sumy za semestr: 2			150	75	60	30	315	30	3	2
3	DJ	Język obcy 1	0	30	0	0	30	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	15	0	15	0	30	2	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	45	0	30	0	75	5	N	
3	MA	Mechanika ogólna 2	30	30	0	0	60	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	30	0	30	0	60	4	N	
3	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	15	0	15	0	30	2	N	

3	MG	Spawalnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	15	0	30	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne 1	0	30	0	0	30	0	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	30	30	0	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 3			195	120	135	0	450	30	2	2
4	DJ	Język obcy 2	0	30	0	0	30	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	45	0	30	0	75	6	T	
4	MG	Odlewnictwo	15	0	15	0	30	2	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	30	0	15	0	45	4	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	45	0	0	30	75	6	T	
4	MD	Termodynamika techniczna	30	15	30	0	75	5	N	
4	DL	Wychowanie fizyczne 2	0	30	0	0	30	0	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	30	15	15	0	60	5	T	
Sumy za semestr: 4			195	90	105	30	420	30	3	1
5	DJ	Język obcy 3	0	30	0	0	30	2	N	
5	ML	Mechanika płynów	30	15	15	0	60	4	N	
5	MO	Napęd i sterowanie maszyn	30	0	15	0	45	3	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	30	0	30	0	60	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	30	15	30	0	75	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	30	0	15	30	75	6	T	
5	MT	Podstawy technologii maszyn	30	0	15	0	45	2	N	
5	MX	Praktyka kierunkowa	0	0	0	0	0	2	N	
5	MP	Przeróbka plastyczna	15	0	15	15	45	2	N	
Sumy za semestr: 5			195	60	135	45	435	30	2	0
6	DJ	Język obcy 4	0	30	0	0	30	3	T	
6	MO	Maszyny sterowane NC	30	0	30	0	60	5	T	
6	MO	Maszyny technologiczne	30	0	15	0	45	3	N	
6	MO	Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	15	0	0	15	30	2	N	
6	MO	Podstawy MES	15	0	30	0	45	3	N	
6	MO	Programowanie maszyn CNC 1	15	0	45	0	60	4	N	
6	MO	Systemy CAM	15	0	60	0	75	4	N	
6	MO	Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	30	0	30	0	60	4	T	
6	MO	Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 6			165	30	225	15	435	30	3	0

7	MT	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	MX	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	MO	Programowanie maszyn CNC 2	0	0	45	0	45	6	N	
7	MO	Seminarium dyplomowe	0	0	0	30	30	2	N	
7	MO	Zaawansowane systemy CAD/CAM	0	0	60	0	60	6	N	
Sumy za semestr: 7			15	0	105	30	150	30	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1125	480	780	150	2535	210	15	6

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	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	35 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	407 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	40
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	39 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	5 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	137 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	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	146.50 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	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	153 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	22
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	183 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=250&C=2021>

3.8.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=250&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych. Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni. Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii. Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna). Modele wypadków przy pracy (klasykne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia). Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie. Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna. Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej. Badanie uciążliwości pracy umysłowej. Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy. Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów). Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy. Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń 	
(pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.	
Ekologia	K_W04, K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy mechaniki klasycznej. Kinetyka i dynamika układu punktów materialnych, pęd, energia, zasady zachowania. Kinetyka i dynamika ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, zjawiska falowe. Podstawy termodynamiki klasycznej, przewodnictwo cieplne, kinetyczna teoria gazów. Elektromagnetyzm, fale elektromagnetyczne Elementy fizyki współczesnej, mechanika kwantowa, budowa atomu i jądra atomowego. 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy i metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych. Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przybależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe. Kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinowactwo osiowe układów płaskich • Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne. Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania. Wielościanny: rzuty wielościannów, rozwinięcia wielościannów, punkty przebicia wielościannów prostą, przenikanie wielościannów. Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni. Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany. Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach. Aksonometria: izometryczna, dimetryczna, ukośna. Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtowników w konstrukcjach stalowych. Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Rysunki wykonawcze części maszyn • Test zaliczeniowy • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie położenia. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Sprawdzian nr 1: elementy proste, elementy przynależne. Kłady. Sprawdzian nr 2: elementy wspólne, kłady. Rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską. Praca na zajęciach (na ocenę) - rzuty prostokątne na ściany sześcianu metodą europejską na podstawie rysunku aksonometrycznego. Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych. Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. c.d. Przekroje złożone stopniowe/łamane: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnego programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych. • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprzężyn. • Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego, koła zębatego • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych. • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne, cieplne, chemiczne. Rysunki złożeniowe. Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk. • Test zaliczeniowy. • Wprowadzenie do programu AutoCAD. Ustawienia rysunku. Sposoby wprowadzania poleceń (menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe). Podstawowe elementy rysunku oraz modyfikacje rysunku – wybór elementu do modyfikacji – usuwanie obiektów. Układy współrzędnych i ich modyfikacje. Wprowadzanie warstw, rodzaje linii, kolory. Lokalizacja punktów charakterystycznych obiektów. Ustawienia rysunkowe: skok i siatka, śledzenie biegunowe, lokalizacja względem obiektu. Wymiarowanie. Napisy. Bloki, bloki z atrybutami (np. znak chropowatości). Kreskowanie. Obszar modelu i papieru. Powiększenia szczegółów. Rysowanie części maszyn z zastosowaniem widoków i przekrojów. Rysunek zaliczeniowy – przerysowanie wskazanego rysunku wraz z utworzeniem bloku. • Przekroje złożone z wymiarowaniem. Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: element prosty (wymiarowanie, tolerowanie wymiarów), element z gwintem (chropowatość powierzchni), tuleja/tarcza (tolerancje geometryczne), korpus, Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu pokrywa. Praca domowa: technika rysowania połączeń gwintowych • Wykonanie na podstawie modelu rysunków wykonawczych części maszyn: koło zębate. Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych części typu: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku złożeniowego prostej konstrukcji. Rysunek zaliczeniowy. 	
Maszyny sterowane NC	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U17
<ul style="list-style-type: none"> • Budowa maszyn sterowanych numerycznie: Charakterystyka maszyn sterowanych numerycznie. Osie sterowane numerycznie. Punkty charakterystyczne maszyny. Korpusy i prowadnice. Wrzeciona i głowice narzędziowe. Układy pomiaru położenia i przemieszczenia. Urządzenia do wymiany narzędzi. • Modułowa konstrukcja maszyn sterowanych numerycznie: Urządzenia sterujące. Napędy główne. Napędy ruchów posuwowych. Napędy pomocnicze. Układy hydrauliczne. Zespoły mechaniczne. Urządzenia diagnozujące. Urządzenia pomocnicze. • Sterowanie numeryczne maszyn technologicznych: Komputerowe układy sterowania (CNC) maszyn technologicznych. Pojęcia podstawowe z zakresu sterowania numerycznego. Układy współrzędnych i struktury ruchowe w maszynach sterowanych numerycznie. Analiza możliwości układów CNC. • Serwomechanizmy maszyn sterowanych numerycznie: Układy serwonapędowe osi sterowanych. Struktura i charakterystyka serwomechanizmu. Silniki elektryczne serwonapędowe i krokowe. Zintegrowane jednostki napędowe. Przetworniki pomiarowe. Przekładnie mechaniczne. <p>Podstawy projektowania napędu głównego maszyn sterowanych numerycznie. Założenia konstrukcyjne. Konstrukcja</p>	
<p>wrzeciennika. Dobór silnika. Napęd bezstopniowy. Obliczenia konstrukcyjne przekładni mechanicznych.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analiza możliwości programowania maszyn CNC i wymiany danych w procesie sterowania. Zaawansowane programowanie dialogowe obróbki. • Odmiany konstrukcyjne maszyn sterowanych numerycznie: Tokarki CNC, frezarki CNC, centra obróbkowe, szlifierki CNC, maszyny do obróbki laserowej i elektroerozyjnej, maszyny do cięcia strugą wodno-ścierną, maszyny do obróbki hybrydowej. Możliwości technologiczne maszyn CNC. • Bezpieczne użytkowanie maszyn sterowanych automatycznie: Akty prawne. Normy krajowe i międzynarodowe. Zabezpieczenia stosowane w budowie maszyn CNC. • Analiza dokładności geometrycznej maszyn CNC i badań w tym zakresie. • Analiza możliwości programowania maszyn CNC i wymiany danych w procesie sterowania. • Inteligentne systemy sterowania dla maszyn CNC. • Trendy rozwojowe w budowie i eksploatacji maszyn CNC. • Ustawianie tokarek CNC. • Ustawianie frezarek CNC. • Ustawianie szlifierek CNC. • Badania naukowe w zakresie dokładności obrabiarek CNC z wykorzystaniem urządzeń diagnostycznych. • Badania naukowe w zakresie dokładności geometrycznej obrabiarek CNC z wykorzystaniem przyrządów czujnikowych oraz trzpieni kontrolnych. • Badania w zakresie sztywności wybranych zespołów obrabiarki. • Dialogowe programowanie obróbki. • Projektowanie zespołu osi sterowanej/napędu ruchu głównego. • Opracowanie planu konserwacji obrabiarki CNC. • Opracowanie i uruchomienie programów sterujących dla obrabiarek CNC. <p>Powtórzenie wiadomości.</p>	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<ul style="list-style-type: none"> • Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. • Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyny, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytyowe, Tokarki tarczowe, Tokarki karuzelowe, Tokarki rewolwerowe, Automaty tokarskie. • Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wiertarki rewolwerowe, Wiertarki wielowrzecionowe, Gwinciarki. • Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe, Frezarki wzdłużne, Frezarki kopiarki. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. • Strugarki i dłutownice: Przeznaczenie i cechy charakterystyczne strugarek, Strugarki poprzeczne, Strugarki wzdłużne, Dłutownice. Przęciagarki: Cechy charakterystyczne, Odmiany przeciągarek. • 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 (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Interpolacja wielomianowa. Interpolacja Lagrange'a. Idea interpolacji z zastosowaniem funkcji sklepanych. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Elementy logiki matematycznej i teorii zbiorów (przypomnienie i uzupełnienie). Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, płaszczyzna Gaussa, wzór de Moivre'a, potęgowanie i pierwiastkowanie liczb zespolonych. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, macierze kwadratowe, wyznaczniki jego własności, macierz odwrotna, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Funkcje. Definicja funkcji. Obraz i przeciwobraz zbioru poprzez funkcję. Iniekcja, suriekcja i bijekcja. Funkcja odwrotna. Funkcje cykliczne. Składanie funkcji. Ciągi Ciągi liczb rzeczywistych. Granica ciągu. Własności granicy ciągu. Liczba Eulera. Logarytm naturalny. Granica funkcji. Ciągłość funkcji. Pochodna funkcji. Pochodna funkcji w punkcie. Pochodne wyższych rzędów. Twierdzenia o wartości średniej. Monotoniczność i ekstrema funkcji. Funkcje wypukłe. Asymptoty funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Definicja i własności całki oznaczonej. Interpretacja geometryczna całki oznaczonej. Podstawowe twierdzenie rachunku całkowego. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. Kolokwium. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Całka nieoznaczona, całka oznaczona - podsumowanie i uzupełnienie. Geometria analityczna w przestrzeni. Działania na wektorach. Równanie płaszczyzny. Równania prostej. Wzajemne położenie prostych i płaszczyzn. Funkcje dwóch zmiennych. Pochodne cząstkowe, różniczkowalność funkcji, gradient. Ekstrema funkcji dwóch zmiennych. Funkcje trzech zmiennych. Równania różniczkowe zwyczajne rzędu pierwszego i drugiego. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, równania różniczkowe sprowadzalne do równań o zmiennych rozdzielonych przez podstawienie, równania liniowe jednorodnie i niejednorodnie, Bernoulliego. Równania różniczkowe drugiego rzędu sprowadzalne do równań pierwszego rzędu, równania liniowe jednorodne i niejednorodnie o stałych współczynnikach (metoda przewidywania i uzmienniania stałych). Rachunek całkowy funkcji dwóch zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Istnienie, własności, interpretacja geometryczna i zastosowanie całek wielokrotnych w mechanice. Kolokwia. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa atomu, siły oddziaływania, wiązania między atomami, ogólna charakterystyka materiałów krystalicznych Idealna budowa krystaliczna Rzeczywista budowa krystaliczna metali i stopów Stopy metali, metody otrzymywania, fazy stopowe w stopach metali Równowaga fazowa w stopach metali, układy równowagi stopów dwuskładnikowych i wieloskładnikowych Krystalizacja metali i stopów Plastyczność metali, mechanizmy odkształcenia plastycznego, wpływ temperatury na efekty odkształcenia, zgniot i rekrytalizacja Stopy żelaza z węglem; układ równowagi żelazo-węgiel, fazy i przemiany w stopach FeC 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 	
<ul style="list-style-type: none"> rekrytalizacja Układ równowagi żelazo-węgiel Struktura stopów żelazo-węgiel w stanie równowagi Stal niestopowa Odlewnicze stopy żelaza 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Teoretyczne podstawy obróbki cieplnej metali i stopów Charakterystyka procesów technologicznych obróbki cieplnej Urządzenia do obróbki cieplnej. Wady i kontrola procesów obróbki 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 Obrobka cieplna stopów metali nieżelaznych Stal konstrukcyjna stopowa Stal narzędziowa Stal o szczególnych właściwościach Stopy aluminium Stopy miedzi Stopy niklu i tytanu Stopy cyny, ołowiu, cynku, magnezu 	
Mechanika ogólna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<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 przesytywnione. Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. Równowaga płaskiego dowolnego układu sił. Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. Środek sił równoległych. Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. Ruch obrotowy bryły, parametry kątowe ruchu. Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. Ruch układu brył Ruch złożony punktu, rozkład prędkości i przyspieszeń, przykłady. Ruch złożony bryły, przykłady. Wektor siły, rzut wektora siły na oś, zasady rzutowania, analityczny zapis wektora siły, wektor siły wypadkowej. Wektor sumy układu sił, twierdzenie o rzucie wektora sumy na oś, analityczny zapis wektora sumy, określenie wektora sumy płaskiego i przestrzennego układu sił. Równowaga zbieżnego płaskiego układu sił Równowaga zbieżnego przestrzennego układu sił Kolokwium nr 1 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01-TK03, TK15-TK17 Moment ogólny płaskiego i przestrzennego układu sił Redukcja płaskiego dowolnego układu sił. Równowaga bryły i układu brył. Tarcie, hamulec taśmowy i klockowy, tarcie toczenia Kolokwium nr 2 obejmujące tematykę treści kształcenia TK01, TK04-TK08, TK19-TK21 Równowaga przestrzennego układu brył, równowaga układu podpartego w łożyskach. Środki ciężkości układów brył i prętów, przykłady układu jednorodnego i niejednorodnego. Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. Ruch płaski bryły, ruch układu brył, rozkład prędkości i przyspieszeń. Ruch złożony punktu i bryły, 	

Mechanika ogólna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. • Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium 1 z zakresu treści kształcenia TK01 - TK04 • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Kolokwium 2 z zakresu treści kształcenia TK07 - TK08 • Metody energetyczne opisu zjawiska ruchu punktu. • Energia kinetyczna punktu, praca układu sił, moc układu, pole potencjalne, zasady energetyczne, przykłady. • Energia kinetyczna bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna, całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, równania Lagrange'a, przykłady. 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura i ich interpretacja fizyczna w świetle molekularnej struktury materii. Ścisłość cieczy. Pojęcie ośrodka ciągłego, wielkości opisujące stan ośrodka ciągłego, kryterium ciągłości: liczba 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, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, Rotametr. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Pojęcie toru elementu płynu i linii prądu. Parcie hydrostatyczne Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Wyznaczanie rozkładu prędkości w rurociągu. Wyznaczanie wydatku metodą całkowania bryły prędkości. Pomiar wydatku płynu kryzą ISA • Dynamika płynu doskonałego II: Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna płynu na ciało stałe. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki mechaniczne maszyny przepływowej. Reakcja hydrodynamiczna strugi swobodnej: turbiny Peltona i Gilkesa. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Kryteria turbina 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. Przepływomierz laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. • Ruch płynu rzeczywistego II: Ruch turbulentny. Statystyczny opis turbulencji. Reynoldsofsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres 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. Zablockowanie przewodu. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • Układ tolerancji i pasowań. Tolerancja wymiaru. • Wprowadzenie do tolerowania geometrycznego. Tolerancje kształtu, kierunku, położenia i bicia. • Zarysy okrągłości ustalone dla całej analizowanej powierzchni. • Zarysy walcowości, prostoliniowości i płaskości. • Tolerancje kątów i stożków. • Funkcjonalny wybór, oznaczenie i interpretacja tolerancji geometrycznych. • Tolerancje wybranych złożonych elementów geometrycznych. • Analiza niedokładności pomiarów w budowie maszyn. • Analiza powtarzalności i odtwarzalności systemów pomiarowych. • Chropowatość 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 do inżynierii odwrotnej. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik 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. • Metodyka prowadzenia badań naukowych. Projektowanie stanowiska badawczego. Opracowywanie wyników badań.	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Postęp w obróbce skrawaniem, kierunki rozwoju narzędzi i obróbki skrawaniem. Postęp w zakresie materiałów narzędziowych, narzędzi skrawających i powłok ochronnych. Obróbka z dużymi prędkościami (HSM). Obróbka wiórowa materiałów twardych i utwardzonych. Obróbka na sucho i kompletna. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Pomiar geometrii wybranych narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów, wpływ parametrów skrawania na chropowatość obrabianej powierzchni. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Ostrzenie narzędzi skrawających. Metody ostrzenia wiertel, noży tokarskich i frezów. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. • Obróbka gwintów, gwintowanie, frezowanie gwintów, toczenie gwintów 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • 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 automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • Charakterystyki w automatyce, analiza właściwości elementów automatyki, badanie charakterystyk, metody symulacyjne • Podstawowe człony automatyki. Struktury układów automatycznego sterowania. Przekształcanie schematów blokowych • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Regulatory - budowa, charakterystyki, wpływ parametrów na proces sterowania • Zasady syntezy układów sterowania • 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U15, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. • Proces techniczny i jego składowe. Zastosowanie modeli teoretycznych do opisu eksploatacji. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. • Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Wdrażanie urządzeń do użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Charakterystyka obsługi maszyn. Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. Obsługiwanie orzechowitych maszyn. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Niezawodność obiektów złożonych. Naprawialność. Trwałość maszyn. Kształtowanie niezawodności maszyn, sposoby zwiększania niezawodności. • Zarządzanie eksploatacją i zapewnienie utrzymania ruchu maszyn. Strategie eksploatacyjne. Zasady eksploatacji maszyn. Nowoczesne podejście do utrzymania ruchu maszyn. • Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. Matematyczny opis sterowania eksploatacją urządzenia uogólnego. • 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_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne - wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej - elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Elektroniczne przyrządy i układy pomiarowe. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Układy scalone. Wzmacniacze operacyjne. • Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy programowania mikrokontrolerów. • Podstawy tworzenia schematów ideowych urządzeń elektronicznych. Symulacja obwodów elektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy teorii konstrukcji maszyn. Wymagania stawiane maszynom, ich zespołom, podzespołom i częściom. Kryteria optymalizacji w procesach konstruowania. Normalizacja w budowie maszyn. Wytrzymałość zmęczeniowa i obliczenia zmęczeniowe. Obciążenia stałe i zmienne elementów maszyn. Istota zmęczenia materiałów. Wytrzymałość zmęczeniowokształowa 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 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 obróbki 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 wykreślno - analityczną, rysunek złożeniowy, rysunki wykonawcze trzech wskazanych części z podaniem obróbki cieplno-chemicznej, odchyłek kształtu, położenia, tolerancji i chropowatości powierzchni, uwag technologicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Napędy. Przenoszenie mocy i ruchu obrotowego w napędach. • Przekładnie mechaniczne. • Metody analizy układów kinematycznych. • Przekładnie walcowe o zębach prostych. • Podstawowe wymiary kół zębatach. Łuk przyporu, linia przyporu, odcinek przyporu, wskaźnik przyporu. Prawa zazębienia. Zarys sprzężony. Koła z zębami o zarysach ewolwentowych, cykloidalnych i kołowo-lukowych. 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 zazębienia 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 napędu hydrostatycznego. • Algorytmy projektowania. Bazy danych inżynierskich w budowie maszyn. • Komputerowe wspomaganie projektowania maszyn (CAD). • Modele systemu i procesu eksploatacji maszyn i urządzeń. • Niezawodność elementu odnawialnego i nieodnawialnego, niezawodność obiektów złożonych. Reguły eksploatacji z uwzględnieniem prewencji i diagnostyki. Zasady analizy danych eksploatacyjnych. • Organizacja procesów obsługowych, planowanie zasobów części zamiennych, regeneracji i modernizacji maszyn. • Laboratorium. W ramach laboratorium, przewidziano do wykonania 7 z 15 dostępnych ćwiczeń (tematy 1-15). Wyboru ćwiczeń dokonuje prowadzący zajęcia. Na ćwiczeniu nr 8 - zaliczenia laboratorium. • Laboratorium - temat 1: Rozkłady naprężeń w połączeniach 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 - 	
<ul style="list-style-type: none"> 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 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 zębate reduktor dwustopniowy. Dobrac schemat reduktora. Wykonać obliczeń kinematyczne i wytrzymałościowe współpracujących par kół zębatach. Dobrac łożysk tocznych lub ślizgowych. Wyznaczyć przekroje wałków w punktach najbardziej obciążonych, nadać kształty geometryczne wałkom. Sporządzić rysunek złożeniowy oraz wykonawcze części wskazanych przez prowadzącego. 	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. • Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. Energia odkształcenia prętowego ES. Odształcenia i naprężenia w pręcie. • Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. • Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. • Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. • Modelowanie prętów i struktur prętowych. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES. • Porównanie metod tworzenia i obliczeń MES modelu w systemie CAD oraz bezpośrednio w systemie MES. 	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<p>Podstawy technologii maszyn</p>	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny i proces technologiczny • Typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Ogólne zasady projektowania procesów technologicznych obróbki • Wprowadzenie. Omówienie zasad BHP • Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Bazowanie części i budowa specjalnych uchwytów obróbkowych • Wpływ sztywności na dokładność kształtowo-wymiarową toczzonego przedmiotu • Błąd zamocowania • Określenie dokładności operacji metodami statystycznymi 	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<p>Praktyka kierunkowa</p>	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoz. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	<p>K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03</p>
<p>Programowanie maszyn CNC 1</p>	<p>K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Komputerowe sterowni numeryczne. Czynności składające się na tworzenie programu sterującego. Metody programowania obrabiarek CNC. Struktura programu sterującego. • Programowanie na bazie kodu ISO. Deklaracja sposobu wymiarowania. Programowanie funkcji wykonania ruchu. Programowanie obróbki gwintów. Programowanie transformacji układów współrzędnych. Programowanie funkcji związanych z narzędziem i jego wymiarami. Funkcje technologiczne. Podprogramy • Programowanie cykli obróbkowych. Cykle obróbki tokarskiej. Cykle obróbki frezarskiej. Cykle obróbki wiertarskiej. Programowanie parametryczne. • Programowanie automatyczne CAD/CAM. Tworzenie ścieżek narzędzi. Symulacja danych pośrednich. Generowanie programów sterujących. Przykłady programowania automatycznego. Optymalizacja programów sterujących. • Zapis składników bloków danych. Zapis funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Wprowadzanie parametrów technologicznych. • Przykłady programowania interpolacji liniowej (współrzędne prostokątne i biegunowe). • Przykłady różnych sposobów programowania interpolacji kołowej. • Stosowanie korekcji toru ruchu narzędzi. Przykłady elementów programowania parametrycznego. • Przykłady programów obróbki na tokarkę CNC. Przykład obróbki wałka. Przykład obróbki tulei. • Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla tokarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych oraz zabiegów wiercenia osiowego i gwintowania. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów toczenia rowków, podcięć i gwintów. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC. • Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla frezarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. • Programowanie zabiegów wiercenia, gwintowania, frezowania płaszczyzn i rowków na frezarkach CNC. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC. 	<p>K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03</p>
<p>Programowanie maszyn CNC 2</p>	<p>K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego tokarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów wiercenia, gwintowania, fazowania i toczenia rowków. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów toczenia gwintów. Kopiowanie i transformacje ścieżek narzędziowych w operacjach tokarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego frezarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni zamkniętych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów nawiercania, wiercenia, fazowania, gwintowania oraz frezowania otworów i pogłębień. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. • Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego kieszeni otwartych i fazowania krawędzi. Kopiowanie i transformacja ścieżek narzędziowych w operacjach frezarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. 	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>
<p>Przeróbka plastyczna</p>	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Podstawy odkształceń plastycznych; wskaźniki odkształcenia, warunki plastyczności, prawo plastycznego płynięcia, praca odkształcenia plastycznego. - Mechanizm odkształceń plastycznych i mechanizm umocnienia odkształceniowego. Zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym; naprężenia własne, anizotropia właściwości plastycznych, włóknistość, tekstura. Czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiału. Odkształcalność graniczna. Tarcie w procesach obróbki plastycznej. Obróbka cieplna materiałów odkształconych. - Tłoczenie; informacje o przebiegu cięcia, gięcia i kształtowania wytłoczek. - Kucie i prasowanie; charakterystyka kucia swobodnego i matrycowego, specjalne sposoby kucia. Wpływ kształtu odkuwki i materiału na przebieg procesu technologicznego. - Walcowanie; podstawowe elementy teorii walcowania, walcowanie prętów, blach taśm i rur. - Ciągnięcie; wiadomości ogólne, ciągnięcie prętów i rur. - Wyciskanie; przebieg procesu, rodzaje i sposób wykonywania części wyciskanych. - Niekonwencjonalne sposoby obróbki plastycznej. • - Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego i podstawowych parametrów opisujących własności plastyczne metali. - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach (określanie wpływu rodzaju i grubości materiału oraz wartości luzu na wartość siły maksymalnej i jakość powierzchni przecięcia). - Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania w podczas wyginania pod kątem 90). - Wytłaczanie naczyń w kształcie kubka (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia, wpływu geometrii matrycy na wartość maksymalnej siły wytłaczania). - Spęcznie walców w procesie kucia swobodnego i prasowania (wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia itp.). Walcowanie pasków blachy (porównanie zmierzonej siły walcowania z siłą obliczoną za pomocą wzorów teoretycznych, wyznaczanie współczynnika tarcia). • - Kształtowanie wyrobu łączącego operacje cięcia i gięcia; rozmieszczenie i dobór układu wyrobu w taśmie, obliczenia parametrów siłowych, dobór typu tłoczni i urządzeń automatyzujących proces technologiczny. Wielotaktowe kształtowanie naczyń cylindrycznego: wyznaczenia wymiarów materiału wyjściowego, liczby operacji i wymiarów przetłoczek; sprawdzenie konieczności stosowania wyżarzania międzyoperacyjnego; określenie parametrów siłowych i dobór narzędzi. - Wielowykrojowe kucie odkuwki typu korbowodu: wyznaczenie wymiarów materiału wyjściowego, rodzaju i parametrów operacji, liczby i kształtu wykrojów wstępnych: dobór wielkości młota. Kucie odkuwki typu tulei na kuźniarce: obliczenie wymiarów materiału wyjściowego: wyznaczenie rodzaju i parametrów operacji; dobór wielkości kuźniarki. Prasowanie (wyciskanie) odkuwki typu zaworu: określenie rodzaju i parametrów operacji; wyznaczenie parametrów siłowych i dobór prasy; szkic narzędzi kształtujących. 	<p>K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, stany fizyczne, krzywa termomechaniczna, klasyfikacja tworzyw, modyfikatory, wybrane właściwości • Charakterystyka właściwości eksploatacyjnych tworzyw sztucznych: pełzanie, relaksacja naprężeń, zmiany właściwości użytkowych w zależności od warunków eksploatacyjnych • Charakterystyka właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych, przemiany stanów polimerów podczas przetwórstwa, zjawiska i właściwości reologiczne przy przetwórstwie, podstawy procesu uplastyczniania, wykresy pVt, projektowanie przetwórstwa. • Przetwórstwo fizyko-chemiczne polimerów. Charakterystyka technologii formowania wtryskowego: specjalne techniki wtrysk z gazem, wtrysk z wodą, wtrysk wielokomponentowy, wtrysk z rozdmuchem, wtrysk reaktywny; wtrysk ze spienieniem, obliczenia podstawowych wielkości, parametrów przetwórczych oraz charakterystyka urządzeń • Charakterystyka technologii wytłaczania i prasowania • Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemiczno – fizycznego polimerów. • Wspomaganie komputerowe procesów przetwórstwa tworzyw sztucznych. Zaliczenie. • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. • Ocena właściwości mechanicznych i lepkosprężystych tworzyw sztucznych na podstawie statycznej próby rozciągania • Wyznaczanie właściwości przetwórczych tworzyw sztucznych za pomocą plastometru. • Ocena skurczu wyprasek wtryskowych i/lub wpływ parametrów wtryskiwania na właściwości wyprasek wtryskowych • Projektowanie procesu wtryskiwania - analiza wypełniania gniazd formy wtryskowej za pomocą programów symulacyjnych • Ocena dokładności kształtowo-wymiarowej wyrobów formowanych w technologii termoformowania • Ocena wydajności oraz parametrów reologicznych tworzywa w procesie wytłaczania. Zaliczenie 	<p>K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie maszyn technologicznych. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie napędów i sterowań maszyn technologicznych. 	
<p>Spawalnictwo</p>	<p>K_W02, K_W05, K_W07, K_U10, K_K01</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie • Układ wlewowy. • Technologie odlewnicze • Wiadomości wstępne. Procesy spawalnicze • Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali • Spawanie gazowe i cięcie metali • Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG • Specjalne metody spawania • Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe • Formowanie modelu naturalnego • Formowanie modelu dzielonego • Formowanie z rdzeniem • Formowanie z obieraniem • Formowanie wzornikiem • Spawanie gazowe • Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. • Spawanie metodą TIG • Spawanie metodą MIG/MAG • Analityczne metody oceny spawalności stali 	
<p>Systemy CAM</p>	<p>K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAD. Podstawy modelowania geometrii części walcowych i przyzmatycznych. • Zaznajomienie z podstawowymi operacjami modelowania CAD w tym: modelowanie bryłowe, pochylenia, szyki, algebra Boole'a, modelowanie poprzez szkice. • Zaznajomienie z podstawowymi analizami obrabianej części pod względem zaokrąglenia, pochylenia, maksymalnego wysięgu narzędzia. Zastosowanie modułu CAD na potrzeby moduły CAM - modyfikacje części obrabianych i tworzenie półfabrykatów. • Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAM. Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiercenia, toczenia zgrubnego i wykończeniowego powierzchni wewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia rowków i podcięć. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia gwintów oraz operacji tokarskich w dwóch zamocowaniach. Analiza symulacji orbótki wolumetrycznej. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania płaszczyzn i czopów elementów przyzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania kieszeni i rowków elementów przyzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiertarskich wykonywanych na frezarkach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: podstawy obróbki frezarskiej w kilku zamocowaniach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. 	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. • Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. • Przegląd technik CAX • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. • Modelowanie bryłowe. • Modelowanie obiektowe. • Modelowanie parametryczne. • Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i 	
<ul style="list-style-type: none"> • bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. • Techniki Rapid Prototyping. • Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. • Integracja systemów CAD/MES. • Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • Część typu kostka. • Część typu płytka (tworzenie szkicu) • Część typu foremka. • Część typu wspornik • Element typu tarcza, wałek • Część typu dźwignia • Część typu złączka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania części maszyn i tworzenia rysunku wykonawczego • Zespół : Imak • Zespół: Wyciskacz • Zespół: Rolka • Kolokwium zaliczeniowe z zakresu modelowania zespołu i rysunku złożeniowego 	
Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	K_W05, K_W07, K_W09, K_W17, K_U01, K_U09, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do systemów narzędziowych. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających, parametry procesu roboczego, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. • Klasyfikacja narzędzi skrawających. Odmiany konstrukcyjne. Właściwości skrawne narzędzi. • Systemy narzędziowe dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru. Wpływ geometrii ostrza na obróbkę. • Systemy narzędziowe dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Systemy narzędziowe dla obróbki rowków - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Systemy mocowania narzędzi - rozwiązania konstrukcyjne, zalety i wady poszczególnych rozwiązań, systemy modułowe. • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki badań i rozwoju w zakresie narzędzi skrawających oraz rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. Narzędzia mechatroniczne i wielozadaniowe • Uchwyty obróbkowe przedmiotowe - zasady ustalania i mocowania, podstawy projektowania, uchwyty składane. • Podstawy metodyki badań doświadczalnych w technologii maszyn. Optymalizacja doboru systemów narzędziowych oraz parametrów skrawania z wykorzystaniem badań doświadczalnych. • Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Mocowanie narzędzi skrawających. Konfiguracja systemu narzędziowego. Mocowanie w obrabiarce sterowanej numerycznie. Pomiar systemów narzędziowych bezpośrednio na obrabiarce i urządzeniach zewnętrznych. • Badania wpływu geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór łamacza wióra, materiału narzędziowego. • Badania wpływu geometrii narzędzia i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Badania doświadczane i analiza wyników w zakresie wpływu geometrii narzędzia i parametrów skrawania na obciążenie wrzeciona. Dobór narzędzi i parametrów skrawania ze względu na charakterystykę napędu głównego. • Projektowanie uchwytów specjalnych. Projektowanie uchwytów składanych • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia projekt • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego frezowania - projekt 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: Obliczanie, adresowanie, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, tabele przestawne, sumy pośrednie, filtrowanie danych, graficzna prezentacja danych - wykresy, formuły tablicowe, Solver. • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	K_W05, K_W07, K_W14, K_U01, K_U02, K_U17, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do technologii obróbki na obrabiarkach CNC Omówienie warunków produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia obrabiarek CNC Etapy projektowania procesu technologicznego dla potrzeb obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC) Dokumentacja technologiczna, elektroniczne bazy danych, komputerowo wspomagane projektowanie procesów technologicznych Dobór warunków obróbki: materiały obrabiane, narzędzia i parametry istotne podczas projektowania procesów technologicznych realizowanych na obrabiarkach CNC Dobór warunków obróbki: strategie obróbkowe stosowane podczas obróbki na obrabiarkach CNC Omówienie przykładowego procesu technologicznego opracowanego dla obróbki na obrabiarkach CNC Przedstawienie i omówienie typowych strategii obróbkowych na wybranych cechach przedmiotu obrabianego i ich wpływu na proces Zapoznanie z możliwościami oprogramowania do optymalizacji programów obróbkowych Opracowanie własnego procesu technologicznego z zastosowaniem dostępnych środków technologicznych i narzędzi informatycznych 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: system termodynamiczny, stan termodynamiczny, substancja, ciśnienie, temperatura, energia, entalpia, ciepło, praca, przemiana. Przewodzenie ciepła- prawo Fouriera. Konwekcja-prawo Newtona. Promieniowanie-prawo Stefana Boltzmanna. Zerowa zasada termodynamiki. Bilans substancji. I zasada termodynamiki dla systemu zamkniętego i otwartego. Właściwości gazów. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste, termiczne i kaloryczne równania stanu gazów. Uniwersalne równanie gazu rzeczywistego-van der Waalsa. Charakterystyka punktu krytycznego. Mieszanki gazowe (prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin). Charakterystyczne przemiany gazów doskonałych. Obiegi termodynamiczne prawo- i lewobieżne, obieg Carnota. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie siłowni gazowych; obieg Otto, Diesla, Sabathe, Braytona i ich sprawność termiczna. Dławienie gazów rzeczywistych. Druga zasada termodynamiki. Prawo wzrostu entropii. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Para przegrzana. Wykres h-s, Tablice pary nasyconej. Obieg Clausiusa-Rankine’a. Obieg Lindego. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejna. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres Molliera powietrza wilgotnego. Przemiany gazu wilgotnego. ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const, mieszanie dwu mas wilgotnego powietrza, nawilżanie, suszenie. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. Kontrola procesu spalania. Stan systemu, jednostki. Bilans energii, termiczne i kaloryczne równanie stanu. Przemiany gazów doskonałych i ich mieszanin - system zamknięty i otwarty. Gazowe obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe -Clausiusa-Rankine’a i Lindego. Gazy wilgotne na przykładzie powietrza wilgotnego. Obliczanie zmian parametrów powietrza podczas izobarycznych przemian. Obliczanie zapotrzebowania powietrza i powstałych spalin podczas spalania paliw gazowych ciekłych i stałych. Temperatura spalin. 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru 2. Pomiar ilości substancji – masa, objętość i objętość właściwa 3. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów 4. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów 5. Pomiar temperatury – przyrządy do pomiaru temperatury 6. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów 7. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników 8. Analiza gazów analizatorami chemicznymi. Aparat Orsata 9. Analiza gazów analizatorami fizycznymi. Interferometr 10. Pomiar lepkości olejów. 11. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 12. Pomiar temperatury zapłonu oleju 13. Pomiar wilgotności powietrza 14. Indykowanie sprężarki tłokowej. 	
Wychowanie fizyczne 1	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. Realizacja różnych zestawów 	
<ul style="list-style-type: none"> ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne 2	K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytupienie, itp. Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementy konstrukcji i obciążenia, uogólnione zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia, podstawowe założenia, zasada de Saint-Venanta • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi, warunki geometryczne, związki fizyczne – prawo Hooke'a, stałe materiałowe. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów – statyczna próba rozciągania. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa, warunek wytrzymałościowy, analiza pręta rozciąganego • Dwuwymiarowy stan naprężenia – wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia, czyste ścinanie • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – założenia, rozkład naprężeń, deformacje pręta skręcanego. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy, analiza pręta skręcanego • Skręcanie prętów o przekrojach niekołowych – założenia, rozkład naprężeń, warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy • Analogia hydrodynamiczna. Skręcanie prętów cienkościennych – wzory Bredta • Zginanie proste – założenia, analiza naprężeń i odkształceń, warunek wytrzymałościowy. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Zginanie ukośne • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia – oznaczenia składowych, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a • 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 • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych – analiza pręta skręcanego, projektowanie przekrojów prętów skręcanych • Skrecanie pretow o przekrojach niekołowych, wzory Bredta • Zginanie proste – wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Równanie różniczkowe linii ugięcia belki zginanej, wyznaczanie przemieszczeń belek – metoda analityczna • Linie ugięcia belek: metoda analityczna – sposób Clebscha • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych – wzór Eulera, warunki brzegowe, smukłość. Wyboczenie niesprężyste – wzory Tetmajera i Johnsona-Ostenfiolda • Metody energetyczne, energia sprężysta w prętach rozciągniętych, skręconych i zginanych, energia sprężysta od sił tnących. Siły uogólnione i uogólnione współrzędne – układy Clapeyrona, Twierdzenie Castigliano • Wzór Wereszczagina, metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy płaskie - wyznaczanie sił wewnętrznych • Ramy płaskie zamknięte • Ramy symetryczne i antysymetryczne • Zastosowanie metod energetycznych do rozwiązywania układów ramowych • Zastosowanie metody sił do rozwiązywania układów ramowych • Równanie trzech momentów • Wytrzymałość złożona • Metoda analityczno-wykreslna (momentów wtórnych) • Wyboczenie sprężyste prętów prostych • Równanie trzech momentów. Metoda Maxwella-Mohra, wyznaczanie przemieszczeń belek • Zasada najmniejszej pracy Menabrei, równania Maxwella-Mohra, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne • Ramy ściśle płaskie statycznie wyznaczalne i statycznie niewyznaczalne • Ramy zamknięte • Statyczna próba rozciągania, ściska próba rozciągania • Statyczna próba ściskania, próba udarności • Badania twardości metali • Tensometria oporowa • Tensometria optyczna • Modelowe badania elastooptyczne • Zailczenie 	
Zaawansowane systemy CAD/CAM	K_W05, K_U07, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Opracowanie modeli 3D różnych typów wyrobów. • Opracowanie złożów różnych typów maszyn i mechanizmów. • Opracowanie dokumentacji technicznej 2D różnych typów wyrobów. • Automatyczne programowanie cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i badania weryfikacyjne opracowanych programów obróbkowych. • Analiza technologiczności obrabianych części. Zastosowanie narzędzi modelowania synchronicznego do modyfikacji geometrii modeli nieasocjatywnych. • Automatyczne programowanie indeksowanych cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i badania weryfikacyjne opracowanych programów obróbkowych. 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu. omówienie zasad uzyskania zaliczenia. Świadomość i wiedza ekologiczna. Konflikt ekologiczny. Zrównoważony rozwój. • Procesy przemysłowe - wydobywcze, przetwórcze, obróbka, montaż, eksploatacja i demontaż, naturalne i biotechnologiczne - i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy budowlane i ich wpływ na środowisko naturalne. • Procesy transportowe i ich wpływ na środowisko naturalne. Budowa sieci transportowej różnego rodzaju substancji. Transport substancji niebezpiecznych: zagrożenia środowiskowe i wymagania prawne w transporcie drogowym, wodnym, lotniczym i kolejowym. • Rodzaje obciążeń wprowadzanych do środowiska i ich wpływ na zdrowie i życie organizmów żywych. Substancje niebezpieczne. • Odpady i postępowanie z odpadami. Definicja odpadu, obowiązki posiadacza odpadu, formy przekształcania odpadów i sposoby ich zagospodarowania. Odpady niebezpieczne. Plany gospodarki odpadami. • Filozofia Czystszej Produkcji. Strategie CP. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach (BAT). Pozwolenia zintegrowane. • Ekologiczne wyroby. Cechy, wymagania technologiczne do obróbki, montażu i eksploatacji. Kategorie oceny wyrobów. Ekoetykietowanie. • Awaryjne przemysłowe. Źródła powstawania, ryzyko awarii przemysłowej. Zabezpieczenia stosowane w przemyśle na wypadek awarii przemysłowej. Przykłady awarii i ich skutków. • Standaryzowane systemy zarządzania środowiskiem. Wymagania normy PN-EN ISO 14001. System EMAS. • Kolokwium zaliczeniowe. • Wprowadzenie do ćwiczeń. Omówienie tematyki i zasad uzyskania zaliczenia. Środowiskowy kontekst działalności organizacji - analiza działalności wybranego przedsiębiorstwa (np. produkowane wyroby, skala produkcji, lokalizacja, potencjalne relacje ze środowiskiem naturalnym). • Infrastruktura organizacji. Analiza parku maszyn, stosowanych technologii, materiałów, itp. • Szacowanie zapotrzebowania na energię elektryczną, wodę, ciepło, półfabrykaty i inne materiały produkcyjne w przedsiębiorstwie. • Szacowanie ryzyka awarii przemysłowej w organizacji. Analiza zagrożeń, identyfikacja substancji niebezpiecznych. Działania doskonalące. Ekomapa "Awaryjne". • Identyfikacja i ocena aspektów środowiskowych. Cele i zadania środowiskowe. Program środowiskowy. • Gospodarka odpadami. Opracowanie strumienia odpadów. • Omówienie uzyskanych wyników kształcenia. Poprawa ocen, uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń. 	

3.9. Alternatywne źródła i przetwarzanie energii, niestacjonarne

3.9.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	68 ECTS
---	---------

Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	141 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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.




Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=329&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.9.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
2	MK	Grafika inżynierska 2	10	0	0	17	27	4	N	
2	FD	Matematyka 2	20	20	0	0	40	6	T	
2	MA	Mechanika techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	7	0	20	0	27	3	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	20	15	0	0	35	5	T	

Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	KZ	Dynamika gazów	10	4	10	0	24	4	N	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MD	Urządzenia energetyczne	20	6	10	4	40	5	T	
6	MD	Wymiana ciepła	20	10	10	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 6			88	49	52	4	193	28	3	0
7	MB	Energetyka wód i atmosfery	18	4	9	6	37	5	T	
7	MD	Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania	22	10	16	0	48	5	T	
7	MD	Energia słoneczna i ciepła biosfery	28	10	14	6	58	5	T	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MD	Ogrzewnictwo i wentylacja	10	0	0	8	18	2	N	
7	MD	Poszanowanie energii	12	0	18	0	30	3	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
Sumy za semestr: 7			104	24	64	20	212	25	3	0
8	ZH	PH1: Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	MD	Seminarium dyplomowe AZiPE	0	0	0	15	15	2	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	15	55	22	0	0

SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:	754	322	324	100	1500	210	18	9
------------------------------------	------------	------------	------------	------------	-------------	------------	-----------	----------

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

3.9.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu studiów weryfikacja 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	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	38 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	503 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	34
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	189 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	27
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	13
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	116 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	9
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	331 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	20
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	226 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=329&C=2021>

3.9.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=329&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne Główne nurty i kierunki w etyce Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne Materialne etyki wartości kontra proceduralizm Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych Wytuczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	

BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Energetyka wód i atmosfery	K_W02, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_U15, K_U17, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Budowa atmosfery, statyka atmosfery, globalna cyrkulacja atmosferyczna, procesy fizykochemiczne w atmosferze, zmiany klimatyczne. 2. Charakterystyki przepływowe i energetyczne wiatru. Wiatr jako zjawisko fizyczne. Określenia, źródła powstawania wiatru. Podstawowe charakterystyki wiatru. Rozkłady prędkości wiatru w funkcji wysokości nad powierzchnią gruntu oraz szorstkości terenu. Rozkład gęstości mocy strumienia powietrza w funkcji wysokości. Porywy wiatru, turbulencja atmosferyczna. Średnioroczna prędkość wiatru i jej rozkład. Rozkład Weibula i Rayleigh'a. Średnioroczny potencjał energetyczny 	
<ul style="list-style-type: none"> Układy konstrukcyjne turbin wiatrowych: o osi poziomej, i pionowej: Savoniusa i Darriusa. Turbiny otwarte i z otunelowaniem typu "wind-lens" Energetyczna wydajność elektrowni wiatrowej w funkcji prędkości średniorocznej wiatru i wysokości osi wirnika. Przybliżona ocena zasobów energii wiatru w Polsce oraz jej zmiany sezonowe. Wpływ parametrów atmosferycznych powietrza na wydajność energetyczną EW. Czynniki wpływające na możliwości wykorzystania energii wiatru. Pomiar podstawowych parametrów wiatru dla potrzeb energetyki wiatrowej. Podstawowe parametry i charakterystyki turbin wiatrowych o osi poziomej i pionowej. Przegląd dotychczasowych konstrukcji. Stosowane rozwiązania podstawowych zespołów. Eksperymentalne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Zarys teorii podobieństwa w badaniach modelowych. Tunele aerodynamiczne. Metody pomiaru prędkości z uwzględnieniem analizy dokładności pomiaru. Pomiarzy Badania modelowe turbiny wiatrowej. Teoretyczne metody badawcze w energetyce wiatrowej. Przepływy potencjalne. Zarys teorii profilu. Charakterystyki profili lotniczych, siła nośna i oporu opływu. Warstwa przyścienna. Teoria strumieniowa turbiny wiatrowej. Granica Betza. Dyskusja nad twierdzeniem Betza. Modyfikowana metoda Witoszyńskiego dla turbiny z osią poziomą. Metoda Wilsona dla turbiny o pionowej osi obrotu. Projektowanie elektrowni wiatrowych: Adaptacja metody Larrabe'go do określenia podstawowych parametrów geometrycznych turbiny. Turbina o minimalnych stratach indukowanych. Liczba łopat, geometria i konstrukcja łopat turbiny. Wybór rozkładu współczynnika siły nośnej wzdłuż promienia łopaty. Ograniczenia geometryczne, aerodynamiczne i aeroakustyczne nakładane dla konstrukcji wirnika. Obciążenia łopat i wieży nośnej. Obliczenia rozkładu ciśnienia na profilu łopaty. Porównanie obliczeń z danymi doświadczalnymi. Farmy wiatrowe: interferencja turbin w farmie. Meandrowanie śladu aerodynamicznego. Generatory energii elektrycznej stosowane w energetyce wiatrowej, układy regulacji, pomiary, akumulacja energii elektrycznej. Zjawiska towarzyszące pracy elektrowni wodnych. Przepływy w kanałach otwartych: profil prędkości w kanale otwartym. Przelewy miernicze. Jednowymiarowy model ruchu równomiernego w kanale otwartym. Równanie Bernoulliego dla kanałów otwartych. Spadek niwelacyjny i hydrauliczny koryta. Promień hydrauliczny. Ruch podkrytyczny (spokojny) i nadkrytyczny (rwący). Głębokość krytyczna. Wydatek krytyczny. Krytyczna liczba Froude'a. Zjawisko odskoku hydraulicznego Bidone'a i jego zastosowania: (walka z erozją dna) Przepływy zewnętrzne i opływ łopat Uderzenie hydrauliczne w rurociągu: uderzenie prost i nieproste, wzór Żukowskiego. Kawitacja i pseudokawitacja: warunki powstawania, liczba kawitacyjna. kawitacja lokalna i superkawitacja wir z jądrem kawitacyjnym; szum kawitacyjny, mechanizm erozji kawitacyjnej. Elektrownie wodne: Typologia turbin wodnych, turbiny śmigłowe, Kaplana, Francisza, Deriaza, Banki-MichellaStellera, Peltona, Gilkesa. Moc i wyróżnik szybkobieżności. Zakresy stosowalności poszczególnych rozwiązań. Sprawność turbiny wodnej. Równanie Eulera dla turbiny wodnej. Rury ssawne. Typy elektrowni wodnych: przyzaporowe, z derywacją kanałową i derywacją rurociągową, przepływowe. Elementy konstrukcyjne elektrowni. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Obliczenia geometrii turbiny Kaplana. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym w rurociągu ciśnieniowym. Obliczenia optymalnego wydatku i mocy dla zadanej konfiguracji elektrowni z rurociągiem ciśnieniowym. Ocena zagrożenia uderzeniem hydraulicznym. Prognozowanie powstawania kawitacji na profilu łopaty turbiny Kaplana 	
Energia biomasy i ekologiczne techniki spalania	K_W02, K_W05, K_W08, K_U04, K_U08, K_U10, K_K01, K_K03

• Ogólne wiadomości o spalaniu. Fizyka spalania – podstawowe pojęcia. Rozprzestrzenianie się płomienia w mieszkankach jednorodnych. Płomienie dyfuzyjne. Kinetyka spalania. Szybkość reakcji chemicznych. Równowaga chemiczna. Stała równowagi chemicznej. • Utleniacze. Spalanie całkowite i zupełne. Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Współczynnik nadmiaru powietrza. Ilość i skład spalin. Bilans ilości substancji przy spalaniu paliw gazowych. Stechiometryczna kontrola spalania. Obliczanie współczynnika nadmiaru powietrza na podstawie składu spalin. • Wartość opałowa. Ciepło spalania. Sposoby określania wartości opałowej i ciepła spalania dla różnych rodzajów paliw. Wzory użytkowe. Temperatura spalania. Energetyczna kontrola spalania. Bilans energii urządzeń spalających. Bilans dla kotła parowego. • Techniki czystego spalania – ograniczenie emisji składników toksycznych w urządzeniach przemysłowych. Spalanie w złożu fluidalnym. Oczyszczanie paliwa – metody oczyszczania węgla. • Czyste technologie węglowe. Zgazowanie węgla. Gaz syntezowy. Układy gazowo-parowe z kotłami fluidalnymi. Układy gazowo-parowe zintegrowane ze zgazowaniem węgla. • Zgazowanie biomasy. Synteza metanolu i jego zastosowanie. Metanol i jego pochodne w paliwach. Wytwarzanie metanolu z biomasy. Układy gazowoparowe zintegrowane ze zgazowaniem biomasy i synteza metanolu. Etanol jako ciekła forma biomasy. • Biogaz jako źródło energii odnawialnej. Mechanizm powstawania biogazu. Źródła i technologie pozyskiwania biogazu. Energetyczne wykorzystanie biogazu. Małe układy CHP na biogaz. • Biopaliwa. Bilans energetyczny pozyskiwania biopaliw. Pojęcie paliw formowanych – ogólne informacje. „Spalanie” paliw w ogniach paliwowych. Klasyfikacja ogni paliwowych. • Podstawowe obliczenia z kinetyki chemicznej w oparciu o stałą równowagi chemicznej. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw stałych i ciekłych. Określanie ilości spalin. • Obliczanie zapotrzebowania tlenu i powietrza przy spalaniu paliw gazowych. Ilość i skład spalin. Obliczanie maksymalnej temperatury spalin. • Określanie temperatury punktu rosy dla spalin. Straty ciepła w procesie spalania. • Spalanie biogazu. Spalanie biomasy stałej. Obliczenia emisji zanieczyszczeń w spalinach. • Pomiar temperatury płomienia. Wyznaczanie współczynnika nadmiaru powietrza. • Analiza składu spalin aparatem Orsata. Profesjonalne analizatory spalin. • Pozyskiwanie biogazu z osadów ściekowych - analiza procesu technologicznego. • Badanie właściwości termofizycznych biopaliw. • Określanie wilgotności biomasy. • Wyznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej paliw gazowych i ciekłych. • Oznaczanie ciepła spalania i wartości opałowej biomasy stałej za pomocą bomby kalorymetrycznej. • Automatyczny pomiar ciepła spalania paliw stałych.

Energia słoneczna i ciepła biosfery	K_W02, K_W04, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U02, K_U04, K_U08, K_U12, K_U13, K_U15, K_U17, K_U18, K_K01, K_K03
-------------------------------------	--

• Promieniowanie elektromagnetyczne: rodzaje promieniowania elektromagnetycznego, energia wewnętrzna - składniki, promieniowanie cieplne - mechanizmy generacji i pochłaniania, widmo promieniowania, poszerzenie linii widmowych, właściwości promieniowania cieplnego gazów oraz ciał stałych i cieczy, statystyka Maxwella-Boltzmana, prawo Plancka, prawo Stefana-Boltzmana, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z ośrodkiem, emisyjność - absorpcyjność, ciało szare.

• Promieniowanie słoneczne: budowa Słońca, reakcje termojądrowe, widmo emisyjne Słońca - powstawanie, widmo emisyjne Słońca - ciało doskonale czarne, stała słoneczna, prawo Stefana-Boltzmana - temperatura efektywna Słońca, prawo Wiena rozkład widmowy promieniowania, aktywność słoneczna i jej zmiany - wpływ na procesy energetyczne w atmosferze Ziemi. • Oddziaływanie promieniowania słonecznego z atmosferą: składniki podstawowe i śladowe atmosfery, procesy generacji i usuwania, ośrodek mętny - rozpraszanie, rozpraszanie - rodzaje, rozpraszanie Ramanowskie, Rayleigha, Mie, geometryczne, promieniowanie bezpośrednie i rozproszone, absorpcja - pasma absorpcyjne składników, prawo Bouguera-Lamberta, masa optyczna atmosfery, współczynnik przeźroczystości atmosfery, silna absorpcja w niejednorodnym ośrodku, budowa pionowa atmosfery, troposfera, stratosfera, jonosfera, ozonosfera, warstwy pochłaniające, warstwy emitujące, widmo promieniowania rozproszonego, widmo promieniowania bezpośredniego - wpływ masy optycznej. • Parametry ruchu orbitalnego Ziemi - wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: nachylenie osi obrotu Ziemi, punkty równonocy i przesilenia, kształt orbity, ekscentryczność, aphelium i peryhelium, precesja osi ziemskiej, precesja orbity Ziemi, bezpośredni wpływ parametrów ruchu orbitalnego na promieniowanie słoneczne, klimat i jego wpływ na promieniowanie słoneczne. • Bilans energetyczny Ziemi wpływ na właściwości promieniowania słonecznego: składniki bilansu, albedo - właściwości, temperatura efektywna Ziemi, promieniowanie zwrotne Ziemi - promieniowanie powierzchni i atmosfery, okna atmosferyczne, efekt cieplarniany - gazy cieplarniane, bilans energetyczny układu powierzchni - atmosfera - kosmos, zmienność bilansu energetycznego Ziemi, lokalny bilans energetyczny Ziemi, południkowy rozkład bilansu, bilans globalny a bilans lokalny, podstawowe mechanizmy klimatyczne, globalna cyrkulacja atmosferyczna i oceaniczna, klimaty Ziemi a właściwości EPS. • Statyka i termodynamika atmosfery: równanie statyki, atmosfera jednorodna - gradient autokonwekcji, atmosfera z rozkładem temperatury - równanie ciśnienia, rozkład gęstości - równowaga globalna atmosfery, energia atmosfery, kryterium równowagi pionowej, powietrze suche - gradient suchoadiabatyczny, powietrze wilgotne - gradient wilgotnoadiabatyczny, równowaga powietrza wilgotnego, diagramy termodynamiczne, profile aerologiczne, ruchy konwekcyjne w rzeczywistej atmosferze. • Globalna cyrkulacja atmosferyczna:

mechanizm działania, model trójkomórkowy, wpływ siły Coriolisa, komórka Hadley'a – przekształcenia energetyczne, wpływ globalnej cyrkulacji na klimat lokalny, masy powietrza, fronty atmosferyczne, globalny rozkład ciśnienia i wiatrów, wiatr mechanizm generacji, rodzaje wiatru, prądy strumieniowe, zmiany sezonowe cyrkulacji, wpływ geomorfologii, cyrkulacja średnich szerokości geograficznych, cyklony i antycyklony, powstawanie i dezintegracja układu cyklonalnego, oscylacje klimatyczne. • Obieg wody i globalna cyrkulacja oceaniczna: bilans wody, mały i duży obieg wody, obieg wody a globalna cyrkulacja atmosferyczna, wody powierzchniowe, wody podziemne, ustrój cieplny oceanu, rozkład temperatury i zasolenia, wpływ zasolenia na własności wody, falowanie – powstawanie, fale głęboko i płytkowodne, pływy, prądy morskie – charakterystyka, cyrkulacja powierzchniowa – przyczyny i obraz, cyrkulacja głębokowodna, cyrkulacja termohalinowa, Conveyer Belt. • Fotosynteza: główne cykle geochemiczne, cykl węgla, rezerwuary i przepływy węgla, cykle powiązane - cykl tlenu i wapnie, procesy kontrolujące przepływy, proces fotosyntezy, filogeneza organizmów fotosyntezujących, sprawność procesu. W1 • Energia słoneczna - właściwości: czas słoneczny - czas strefowy, równanie czasu, droga Słońca po nieboskłonie, deklinacja i kąt godzinny, geometria układu Słońce – absorber, wschód i zachód Słońca dla płaszczyzny pochylonej, wykres pozycji Słońca, nasłonecznienie i usłonecznienie, pomiar promieniowania słonecznego, parametry i składowe promieniowania słonecznego – tabele nasłonecznienia, określanie składowych promieniowania słonecznego przy niepełnych danych, opromieniowanie powierzchni absorbującej, modele promieniowania słonecznego - Liu-Jordana i model anizotropowy, współczynniki korekcyjne, nachylenie optymalne odbiornika. • Zasoby energii słonecznej: zasoby energii słonecznej na świecie i w Europie, zasoby energii słonecznej w Polsce i na Podkarpaciu, sezonowa i terytorialna zmienność warunków solarnych, przebiegi dobowe nasłonecznienia i usłonecznienia, optymalizacja ustawienia kolektora w warunkach Podkarpacia, zmienność klimatyczna warunków solarnych, zasoby techniczne energii słonecznej, wpływ parametrów instalacji na zasoby techniczne. • Niskotemperaturowa konwersja fototermiczna: metody wykorzystania energii promieniowania słonecznego, konwersja fototermiczna - zasada działania, własności promieniste absorbera, pokrycia selektywne, pokrycia transparentne – działanie i rodzaje, izolacja termiczna absorberów, rodzaje i budowa kolektorów niskotemperaturowych. • Kolektory cieczowe: bilans energetyczny kolektora, współczynnik transmisyjno-absorpcyjny, transmisja energii w układzie otoczenie-pokrycie-absorber, współczynnik transmisyjno-absorpcyjny dla promieniowania bezpośredniego i rozproszonego, współczynnik odprowadzenia ciepła, straty ciepłone kolektora, sprawność kolektora, wpływ parametrów kolektora na sprawność, badania kolektorów. • Systemy kolektorów cieczowych: podstawowe elementy układów, rodzaje kolektorów, kolektory płaskie, kolektory próżniowe, cieczy robocze, przekazywanie i magazynowanie energii cieplnej, zbiorniki buforowe, zbiorniki warstwowe, systemy pasywne i aktywne, układy CWU, układy CWU/CO, układy wieloźródłowe i wieloodbiornikowe, współpraca kolektorów słonecznych z pompami ciepła i innymi źródłami ciepła. • Pompy ciepła: zasada działania, podział i zastosowanie pomp ciepła, efektywność pompy ciepła, sprężarkowe pompy ciepła – zasada działania, obieg termodynamiczny i czynniki robocze, sorpcyjne pompy ciepła – obieg termodynamiczny, mieszaniny robocze – właściwości i zakresy pracy, schematy technologiczne, elementy układów z pompami ciepła, wykresy Stankey'a, elementy pomp ciepła, dolne i górne źródło ciepła – wpływ na właściwości pompy, dolne źródła ciepła – rodzaje i właściwości, przybliżone obliczanie dolnego i górnego źródła, charakterystyki pomp ciepła, praca pompy ciepła w systemach cieplnych. • Solarne systemy pasywne: istota działania, systemy pasywne w budownictwie, układy ogrzewania pasywnego, akumulacja ciepła w systemach pasywnych, izolacja transparentne, wentylacja i klimatyzacja solarna, suszarnie słoneczne – zasada działania i rodzaje, przebieg procesów suszarniczych, systemy destylacji wody. • Kolektory powietrzne: rodzaje i zasada działania, kolektory niskokosztowe - zastosowanie i budowa, kolektory sztywne, rodzaje i właściwości absorberów, instalacje kolektorów powietrznych. Stawy słoneczne: rodzaje, budowa i zasada działania, zastosowania. Kominy słoneczne: budowa i zasada działania, zastosowanie i właściwości energetyczne, instalacje istniejące i planowane. • Konwersja fotowoltaiczna: fizyka efektu fotowoltaicznego, budowa ogniw słonecznych, rodzaje ogniw fotowoltaicznych, materiały i wpływ temperatury na sprawność ogniw, zastosowanie koncentratorów, zastosowania ogniw fotowoltaicznych, hybryda kolektor słoneczny – ogniwo fotowoltaiczne, elementy pomocnicze układów, rodzaje systemów fotowoltaicznych, systemy autonomiczne – zastosowanie i elementy składowe, systemy grid connected – rodzaje i budowa, elektrownie fotowoltaiczne, energetyka fotowoltaiczna – stan aktualny i perspektywy. • Wysokotemperaturowa konwersja fototermiczna: koncentratory promieniowania słonecznego, koncentratory obrazowe i bezobrazowe, graniczny stopień koncentracji, rodzaje systemów, układy scentralizowane – zasada działania i rodzaje, układy zdecentralizowane – zasada działania i budowa, zagadnienia materiałowe i eksploatacyjne, silniki Stirlinga – zasada działania, rodzaje i budowa, energetyka heliologiczna – stan aktualny i perspektywy, projekt „Desertec”, kuchnie słoneczne. • Energia geotermalna: mechanizm generacji, gradient geotermalny, natura i rodzaje źródeł geotermalnych, baseny hydrotermalne, możliwości wykorzystania ciepła geotermalnego, geotermia na świecie, europejskie i polskie zasoby geotermalne, polskie instalacje geotermalne, organizacja odbioru ciepła, charakterystyka nośnika ciepła, wymagania materiałowe, elektrownie i ciepłownie geotermalne podstawowe schematy technologiczne. • Wpływ ustawienia powierzchni płaskiej na moc absorbowanego promieniowania słonecznego • Wyznaczanie charakterystyki cieczowego kolektora niskotemperaturowego. • Wpływ konstrukcji płaskiego kolektora cieczowego na jego właściwości. • Zależność współczynnika efektywności oraz sprawności pracy pompy ciepła od parametrów dolnego i górnego źródła ciepła. • Sezonowa zmiana profilu temperatury w gruncie w otoczeniu kolektora spiralnego dolnego źródła pompy ciepła. • Charakterystyka elektryczna ogniwa fotowoltaicznego. • Wpływ temperatury pracy ogniwa na sprawność konwersji fotowoltaicznej. • Projekt instalacji grzewczej w budynku mieszkalnym lub budynku użyteczności publicznej produkującej ciepłą wodę oraz ciepło grzewcze na potrzeby centralnego ogrzewania w oparciu o sprężarkową pompę ciepła, kolektory słoneczne i trzecie uzupełniające źródło ciepła wysokotemperaturowego. Zadania do wykonania obejmują: opracowanie założeń odnośnie zapotrzebowania energetycznego i schematu technologicznego instalacji, obliczenia energetyczne instalacji - wymiarowanie urządzeń generujących i magazynujących ciepło, opracowanie schematu technologicznego instalacji, obliczenia hydrauliczne instalacji, dobór osprzętu, opracowanie wykazu materiałowego instalacji, obliczenia podstawowych parametrów ekonomicznych inwestycji - NPV, SPB, IRR, prezentacja wyników projektu.

Fizyka 1	K_W02, K_U01
• Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
• Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały	

Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dookoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. Wielościány. Rzuty wielościánów. Przekroje wielościánów. Przenikanie wielościánów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościánami. Dokumentacja techniczna 	
<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch walców. Przekroje proste (na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych). 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<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 uchwytove, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC Tokarka 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 zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<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. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. 	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odszkodzenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa 	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne • Metaliczne materiały spiekane • Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi • Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych 	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
Mechanika płynów	
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy. 	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
Mechanika techniczna 1	

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy 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, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. 	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>Mechanika techniczna 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. 	K_W08, K_W20, K_U08
<p>Miernictwo i systemy pomiarowe</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<p>Napęd i sterowanie maszyn</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmacniacze i 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>Obróbka skrawaniem i narzędzia</p>	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów - kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkółowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	<p>K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01</p>
<p>Ochrona własności intelektualnej</p>	<p>K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01</p>
<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 	<p>K_W07, K_U10, K_K01</p>
<p>Odlewnictwo i spawalnictwo</p>	<p>K_W07, K_U10, K_K01</p>
<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. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	<p>K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01</p>
<p>Ogrzewnictwo i wentylacja</p>	<p>K_W05, K_W06, K_U01, K_U04, K_U13, K_U15, K_U17, K_K01</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania komfortu cieplnego. Mikroklimat pomieszczenia - parametry. Temperatury obliczeniowe wewnętrzne i zewnętrzne. Obliczanie współczynników przenikania ciepła. Straty ciepła przez przenikanie i na wentylację. Zasady obliczeń zapotrzebowania ciepła dla potrzeb ogrzewania. Klasyfikacja i charakterystyka systemów ogrzewania. Ogrzewanie miejscowe i ogrzewanie centralne, kryteria podziału instalacji centralnego ogrzewania. Wybór systemu, układu, parametrów obliczeniowych. Elementy instalacji c.o. Klasyfikacja, charakterystyka i kryteria doboru grzejników. Graficzne obrazowanie instalacji c.o. Układy wodnych instalacji c.o. - grawitacyjne z zasilaniem dolnym i górnym, dwururowe z obiegiem wymuszonym z zasilaniem dolnym i górnym. Obliczenia hydrauliczne instalacji c.o. Regulacja hydrauliczna instalacji, montażowa i eksploatacyjna. Klasyfikacja i charakterystyka źródeł ciepła. Przegląd typów kotłów dla kotłowni wbudowanych. Dobór typu, ilości i wielkości kotłów. Charakterystyka materiałów przewodowych stosowanych w instalacjach c.o. - stalowe, miedziane, z tworzyw sztucznych. Charakterystyka pomp stosowanych w instalacjach c.o. Dobór i regulacja pomp. Zabezpieczenia instalacji c.o. systemu otwartego i zamkniętego. Armatura - zawory grzejnikowe odcinające i termostatyczne, zawory odcinające proste i kątowe, zawory dwudrogowe, zawory zwrotne, zawory bezpieczeństwa, odpowietrzenie instalacji c.o. Ogrzewanie podłogowe. Wymagania i zasady projektowania kotłowni wbudowanych. Układy odprowadzania spalin. Projektowanie przewodów kominowych i wentylacyjnych kotłowni. Zużycie i magazynowanie paliwa. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót instalacyjnych. Próby ciśnieniowe, odbiory instalacji c.o. Komputerowe wspomaganie projektowania instalacji c.o. Jakość wody do celów ciepłowniczych. Wentylacja naturalna: grawitacyjna, wietrzenie. Mikroklimat pomieszczenia. Wykres Molliera i jego wykorzystanie w wentylacji i klimatyzacji. Wentylatory, filtry, nagrzewnice, centrale wentylacyjne. Odzysk ciepła w wentylacji i klimatyzacji. Podstawowe typy regeneracji i rekuperacji ciepła w wentylacji. Wymiennik ciepła typy i konstrukcja. Rury ciepłe. Sprężarkowe i absorpcyjne systemy w klimatyzacji. Ekonomizery. Niekonwencjonalne systemy regeneracji ciepła. Gruntowe wymienniki ciepła. • Wykonać projekt instalacji centralnego ogrzewania wodnego z wymuszonym obiegiem wody dla budynku, którego podkład budowlany stanowi załącznik do tematu. 	<p>K_W04, K_U07, K_U09, K_K01</p>
<p>Podstawy automatyki i robotyki</p>	<p>K_W04, K_U07, K_U09, K_K01</p>

<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 automacie Podstawowe człony automatyki Zasady przekształcania schematów blokowych. Obiekty regulacji Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji Jakość układów regulacji Regulatory Zasady syntezy układów regulacji Wybrane problemy układów nieliniowych Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i 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 ptazo 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór 	
regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej.	
<ul style="list-style-type: none"> Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<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. 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. Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> 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 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. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. Przekładnie ślimakowe Przekładnie cięgnowe Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<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 Omówienie zasad BHP, . Struktura procesu technologicznego Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach Błędy obróbki partii przedmiotów 	

Poszanowanie energii	K_W02, K_W05, K_U01, K_U04, K_U07, K_U10, K_U12, K_U13, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Audytyng energetyczny -podstawowe określenia: definicja audytyngu, audytyng pełny, rozszerzony. Sposoby podejścia podczas realizacji audytyngu. Cel audytyngu, przygotowanie i gromadzenie informacji, pomiary, zestawienie bilansu energetycznego Nakłady i efekty w przedsięwzięciach usprawniających użytkowanie energii. Charakterystyka efektów spowodowanych realizacją przedsięwzięć. Sposoby wskazywania środków finansowych na modernizację. Zmniejszenie kosztów energii. Obliczanie sumarycznych efektów modernizacji Analiza opłacalności ekonomicznej przedsięwzięć modernizacyjnych instalacji przemysłowych. Obliczanie wskaźników opłacalności. Przepływy pieniężne dla określonych przychodów i wydatków. Stopa dyskontowa i współczynnik dyskontujący. Rzeczywista stopa procentowa. Przepływy finansowe przy finansowaniu ze środków własnych. Przepływy pieniężne przy finansowaniu z udziałem kredytu bankowego. Badanie opłacalności przedsięwzięć. Metody dyskontowe. Proste metody oceny opłacalności. Wartość bieżąca netto. Wewnętrzna stopa zwrotu. Okres zwrotu nakładów. Koszt wytworzenia jednostki energii Analiza wrażliwości kosztów i efektów. Niepewność wynikająca z nakładów inwestycyjnych. Metody uwzględniania ryzyka-jednoparametrowa analiza wrażliwości. Przykłady oceny opłacalności -obliczanie wartości bieżącej netto przy znanych przepływach pieniężnych. Zastosowanie okresu zwrotu nakładów Potencjał oszczędności energii. Charakterystyka budynków: stropodachy, dachy, ściany zewnętrzne, drzwi, systemy grzewcze i wentylacyjne. Przyczyny strat ciepła 7. Elementy fizyki budowli. Mikroklimat pomieszczeń, temperatura obliczeniowa otoczenia budynku, przepływ ciepła przez przegrody. Przenikanie ciepła przez przegrody budowlane. Straty ciepła przez przegrody. Kondensacja pary. Wymiana powietrza w budynku. Bilans cieplny budynku. Systemy ogrzewania Cel i zakres audytyngu. Metodyka. Kryteria oceny. Podstawowe dane techniczne. Opis konstrukcji budynku. Instalacje grzewcze, wentylacyjne -inwentaryzacja. Ocena aktualnego stanu technicznego. Określenie zapotrzebowania na moc grzewczą i sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania. Określenia zapotrzebowania energii dla cwu. Opłaty za ogrzewanie i cwu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii. Określanie nakładów inwestycyjnych. Wyniki analizy opłacalności Ocena stanu technicznego i inwentaryzacja. Sporządzenie opisu konstrukcji. System grzewczy budynku Obliczanie zapotrzebowania na moc grzewczą oraz kosztów ogrzewania System wentylacyjny budynku-określenie zapotrzebowania powietrza wentylacyjnego Bilans energetyczny wybranego obiektu. Propozycje przedsięwzięć usprawniających użytkowanie energii Analiza opłacalności przedsięwzięć. Nakłady inwestycyjne 	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<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, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciącie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zgniatanie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obciskanie, roztlaczanie, 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 naczynia cylindrycznego. Spęcznie walców w procesie kucia swobodnego. Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, 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 	
Seminarium dyplomowe AZiPE	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Co powinny zawierać prace dyplomowe i w jakiej formie? Dobre obyczaje przy pisaniu pracy dyplomowej i w pracy zawodowej Przygotowanie się do obrony pracy dyplomowej i do egzaminu dyplomowego Analiza prac studentów i dyskusja 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, , funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych - wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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 i określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu - sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego - sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki - pojęcia podstawowe: 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 	
<ul style="list-style-type: none"> parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyżacja 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. 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 ciśnienia - sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia - cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury - cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury - wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza 	
Urządzenia energetyczne	K_W02, K_W04, K_W05, K_W07, K_W08, K_U04, K_U07, K_U08, K_U10, K_U17, K_K01, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Rodzaje i postacie energii, przemiany energii pierwotnej w energię wtórną i jednostki energii. Zasoby energii w świecie i Polsce. Struktura zużycia pierwotnych źródeł energii. Paliwa: Spalanie paliw. Paliwa energetyczne: węgiel, ropa, gaz ziemny i metan z pokładów węgla i wysypisk komunalnych; Paliwa LPG. Biomasa. Wiadomości ogólne o maszynach i urządzeniach cieplnych; podział ze względu na typy i funkcje. Podstawowe przemiany energetyczne mające istotne znaczenie w praktyce. Współczesna elektrownia ciepła, klasyfikacja elektrowni. Blok energetyczny. Obieg porównawczy Clausiusa-Rankine'a modelujący siłownię kondensacyjną oraz maszyny i urządzenia występujące w prostej siłowni kondensacyjnej. Sprawność chwilowa obiegu. Entalpia i entropowa analiza obiegu siłowni parowej. Charakterystyczne parametry siłowni. Moduły technologiczne parowej siłowni kondensacyjnej. Woda w energetyce. Klasyfikacja wód surowych, zanieczyszczenia. Wskaźniki jakości wody. Skrócona i pełna analiza wody. Kotły: Bilans energetyczny, sprawność i straty ciepła kotła. Oznaczenia kotłów. Wielkości charakterystyczne kotłów. Klasyfikacja kotłów parowych. Typy paleniska i rusztu: Wpływ procesu spalania paliwa w palenisku na otoczenie. Kotły pyłowe. Kotły o parametrach nadkrytycznych. Kotły fluidalne w perspektywicznych technologiach energetycznych. Młyny węglowe i ich podział. Instalacje młynowe. Budowa i zasada pracy tłokowej maszyny parowej. Wady i zalety maszyn parowych. Sprężarki i wentylatory. Wentylatory promieniowe i osiowe. Przewody wentylacyjne. Pompy, wielkości charakteryzujące, układy i podział pomp. Turbiny: turbiny parowe i wodne wraz z urządzeniami pomocniczymi. Zasada pracy akcyjnych i reakcyjnych stopni turbiny. Prosta instalacja turbiny gazowej. Sprawność energetyczna instalacji. Maszyny i urządzenia tworzące układ turbiny gazowej; sprężarka, turbina gazowa, układ spalania, przekładnie zębate oraz układy: paliwowy, chłodzenia, rozruchowy, sterowania oraz olejowy. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych turbin. Schematy układów gazowo-parowych. Zastosowanie turbin gazowych w innych dziedzinach. Silniki wiatrowe. Wiatrak, podstawy teoretyczne; współczynnik wykorzystania mocy; kryterium Betza. Wyróżnik szybkobieżności. Właściwości i podział silników spalinowych. Budowa i zasada działania tłokowych silników spalinowych. Silnik Stirlinga jako przykład silnika spalinowego zewnętrznego spalania. Elementy układów cieplnych. Wymienniki ciepła: typy, metody obliczeń cieplnych i hydraulicznych. sposoby obniżania temperatury ścianki i poprawy równomierności przepływu czynników. Regeneratory: zalety i wady, przykłady zastosowań, metody obliczeń cieplnych. Zasobniki ciepła: konstrukcje, obliczanie, przykłady zastosowań. Odwadniacze: rodzaje, schematy zabudowy. Kominy: zasada działania, ograniczenia ekologiczne. Chłodnie wody przemysłowej. Chłodnie kominowe i wentylatorowe. Urządzenia chłodnicze. Sprężarki iębnicze: typy, przykładowe rozwiązania konstrukcyjne, zasada działania, przykłady zastosowań, wady i zalety. Absorbpcyjne urządzenia chłodnicze: zasada działania, stosowane czynniki chłodnicze. Pompy grzejne: sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne. Czynniki robocze parowych pomp grzejnych. Zastosowanie pomp grzejnych. Rury ciepłe i ich zastosowanie. Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej i ciepła. Technologie wytwarzania skojarzonego energii elektrycznej i ciepła oraz technologie wykorzystujące odnawialne źródła energii. • 1. Informacje wstępne. Omówienie tematyki ćwiczeń laboratoryjnych realizowanych w ramach przedmiotu oraz metodyki pomiarów i ich niepewność pomiarowa. 2. Badanie rurowego wymiennika ciepła. 3. Bilans energetyczny płytowego wymiennika ciepła. 4. Wyznaczanie współczynnika wydajności chłodniczej urządzenia chłodniczego. 5. Bilans energetyczny przepływowego podgrzewacza wody. 6. Układ siłowni gazowej – analiza termodynamiczna za pomocą programu komputerowego. 7. Układ siłowni parowej – analiza termodynamiczna za pomocą programu komputerowego. 8. Układ siłowni gazowo - parowej – analiza termodynamiczna za pomocą programu komputerowego. • 1. Obiegi porównawcze siłowni parowych i gazowych. 2. Obieg siłowni z międzystopniowym przegrzaniem pary. 3. Obieg siłowni regeneracyjnej. Obiegi rzeczywiste siłowni gazowych. 4. Przenikanie ciepła przez ściankę. 5. Współprądowe i przeciwprądowe wymienniki ciepła. 6. Krzyżowe wymienniki ciepła. 7. Gruntowe wymienniki ciepła przy pompach ciepła. Poziome i pionowe wymienniki ciepła. 8. Obliczenia projektowe systemów grzewczych. 	
Wymiana ciepła	K_W02, K_W05, K_W08, K_U01, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Różne rodzaje wymiany ciepła. Przewodzenie - prawo Fouriera, konwekcja - prawo Newtona, promieniowanie cieplne prawo Stefana - Boltzmanna; 2. Ustalone przewodzenie jednowymiarowe przez zwykłą i złożoną ściankę płaską, cylinder i kulę drażoną. Oporność cieplna przewodzenia; 3. Przenikanie ciepła przez ścianki. Współczynnik przenikania ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną. Ciepła oporność przenikania ciepła. Ogólne równanie przewodzenia z uwzględnieniem niestabilnego przewodzenia jedno- i wielowymiarowego, ze źródłami ciepła, w różnych układach współrzędnych; szczególne przypadki; 4. System przewodząco - konwekcyjny w przypadku ustalonej wymiany ciepła dla płaskiego żebra. Sprawność żebra; 5. Nieustalona wymiana ciepła przez: system skupiony, ciało półnieskończone z różnymi warunkami brzegowymi (stałej temperatury, stałego strumienia ciepła i warunkiem konwekcyjnym); 6. Konwekcja wymuszona. Przepływ lepki i nielepki. r. energii. Laminarna warstwa graniczna przy płaskiej płycie; równanie ciągłości i równanie pędu dla warstwy przyściennej; 7. Całkowa analiza laminarnej warstwy granicznej; całkowite równanie pędu, rozkład prędkości płynu, grubość laminarnej warstwy granicznej; 8. Równanie energii dla laminarnej warstwy granicznej przy płaskiej płycie. Termiczna warstwa graniczna; całkowite równanie energii; 9. Grubość termicznej warstwy granicznej, miejscowy i średni współczynnik przejmwania ciepła (liczba Nusselta). Zależność między tarcie w płynie, a wymianą ciepła; współczynnik tarcia, liczba Stanton, analogia Reynolds; 10. Konwekcja swobodna na przykładzie laminarnej warstwy granicznej przy pionowej płycie; siły masowe, równanie ruchu, równanie energii, liczba Grashofa, rozwiązanie na miejscową liczbę Nusselta; 11. Promieniowanie cieplne; właściwości ciał, emisyjność, tożsamość Kirchhoffa, prawo Plancka, reguła przesunięć Wiena ciał szare; 12. Współczynniki kształtu promieniowania, prawo wzajemności. Intensywność promieniowania i jej związek z natężeniem promieniowania ciał doskonale czarnych; 13. Promieniowanie między ciałami nieczarnymi; jasność i opromienienie, sieci promieniowania; 14. Ekran. Promieniowanie poprzez medium absorbujące - przepuszczające; 15. Podsumowanie • 1. Ustalone, jednowymiarowe przewodzenie przez ściankę płaską i cylindryczną; 2. Ustalone jednowymiarowe przenikanie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną; 3. Ustalona wymiana ciepła za pośrednictwem żeber; 4. Nieustalona wymiana ciepła systemu skupionego i półprzestrzeni; 5. Konwekcja wymuszona bez zmiany fazy; 6. Konwekcja swobodna bez zmiany fazy; 7. Promieniowanie cieplne; 8. Kolokwium zaliczeniowe • 1. Informacje wstępne. Omówienie ćwiczeń realizowanych w ramach przedmiotu; 2. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem płytowym; 3. Pomiar współczynnika przewodzenia ciepła aparatem rurowym; 4. Wyznaczanie dyfuzyjności cieplnej metodą stanu uporządkowanego; 5. Doświadczalne określenie współczynnika przejmwania ciepła w warunkach niestabilnej wymiany ciepła w ciele stałym; 6. Wyznaczanie współczynnika przejmwania ciepła w warunkach konwekcji swobodnej; 7. Doświadczalne sprawdzanie praw promieniowania; 8. Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły 	

wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera • Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • Skręcanie prętów o przekroju kołowym- analiza naprężeń i odkształceń • Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych

Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analitycznowykreslna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne. 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. • Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czystsza produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. • Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. • Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. • Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. • Test • Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. • Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie 	

3.10. Inżynieria odlewnictwa, niestacjonarne

3.10.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	170 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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=331&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.10.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	

1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	

Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
---------------------------	--	--	------------	-----------	----------	----------	------------	-----------	----------	----------

2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
2	MK	Grafika inżynierska 2	10	0	0	17	27	4	N	
2	FD	Matematyka 2	20	20	0	0	40	6	T	
2	MA	Mechanika techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	

Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
---------------------------	--	--	------------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	----------	----------

3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	7	0	20	0	27	3	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	20	15	0	0	35	5	T	

Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
---------------------------	--	--	-----------	-----------	-----------	----------	------------	-----------	----------	----------

4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	

Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
---------------------------	--	--	------------	-----------	-----------	-----------	------------	-----------	----------	----------

5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	

5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	MG	Krystalizacja stopów	15	0	15	0	30	4	N	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MG	Stopy odlewnicze	15	0	10	0	25	3	N	
6	MG	Technologia form	15	0	10	10	35	3	T	
6	MG	Technologia topienia	15	0	15	0	30	4	T	
Sumy za semestr: 6			98	29	72	10	209	28	3	0
7	MG	Badania odlewów	15	0	30	0	45	4	N	
7	MG	Maszyny i urządzenia odlewnicze	15	15	0	0	30	4	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MG	Metody odlewania	15	0	5	0	20	3	T	
7	MK	Metody szybkiego prototypowania w odlewnictwie	15	0	15	15	45	5	T	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	MG	Tworzywa na formy odlewnicze	15	0	20	0	35	4	N	
Sumy za semestr: 7			89	15	77	15	196	25	2	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	MG	Seminarium dyplomowe IO	0	0	0	15	15	2	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	15	55	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			749	293	357	101	1500	210	17	9

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

3.10.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	14
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	5
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	38 godz.

Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	496 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	36
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	37 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	7.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	169 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	21
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	169 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	269 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	25
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	272 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=331&C=2021>

3.10.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=331&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1:Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytuczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
Badania odlewów	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Badania wizualne. badania penetracyjne. Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. • Badania ultradźwiękowe. • Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej) Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej Widmo atomowe Przepływ ciepła w metalach i stopach Przewodnictwo elektryczne metali i stopów Właściwości magnetyczne metali i stopów Zjawiska termoelektryczne Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (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 dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch walców. Przekroje proste (na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych). 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD. 	
Krystalizacja stopów	K_W07

<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne: siła pędna, równowagowa temperatura krystalizacji i równowagowy współczynnik rozdziału składnika. • Zarodkowanie kryształów: homogeniczne, heterogeniczne i dynamiczne. Wzrost kryształów. Front krystalizacji i jego trwałość. • Krystalizacja objętościowa i kierunkowa. Wpływ gradientu temperatury na segregację składnika, topienie strefowe. • Warunki i sekwencja przejścia od płaskiego do dendrytycznego frontu krystalizacji. • Modyfikacja stopów. Krystalizacja eutektyk i ich klasyfikacja. Szybka krystalizacja. Kształtowanie pierwotnej struktury odlewu. • Badanie wpływu grubości ścianki na szybkość krzepnięcia odlewu. Wpływ stanu fizykochemicznego ciekłego metalu na krystalizację stopów Fe-C. • Badanie wpływu rodzaju 	
materiału i temperatury formy na krystalizację żeliwa. Kształtowanie struktury żeliwa drogą modyfikacji.	
<ul style="list-style-type: none"> • Wpływ modyfikacji na krystalizację stopów Al-Si. • Określenie wpływu parametrów zalewania na krystalizację stopów Fe-C z wykorzystaniem analizy termicznej i różniczkowej. • Kształtowanie mikrostruktury odlewów przez nadtapianie i szybką krystalizację. 	
Maszyny i urządzenia odlewnicze	K_W10
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Urządzenia do przygotowania mas formierskich i rdzeniowych. • Urządzenia do regeneracji mas formierskich i rdzeniowych. Maszyny formierskie. • Automaty formierskie i zautomatyzowane linie odlewnicze. Piece do topienia i uszlachetniania ciekłego metalu. • Transport wewnętrzny w odlewni. Urządzenia do specjalnych technologii odlewniczych. • Mechanizacja i automatyzacja procesu zalewania form. • Urządzenia do wybijania odlewów. Urządzenia do oczyszczania i wykańczania odlewów. • Obliczanie namiaru materiałów wsadowych do żeliwiaka. • Obliczanie namiaru materiału wsadowych do pieca gazowego • Dobór i obliczanie przenośników stosowanych w odlewni • Dobór i obliczanie dźwignic stosowanych w odlewni 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<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 uchwytoowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwodniowe, Metody szlifowania uzębienia kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka obwodniowa do kół zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. • Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. • Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne • Metaliczne materiały spiekane • Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi • Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirowe. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Pacie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sil. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. 	
<p>Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.</p>	
Mechanika techniczna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy 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, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. 	
Mechanika techniczna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. 	
Metody odlewania	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Podział nowoczesnych technologii odlewniczych. Komputerowe wspomaganie procesów odlewniczych • Odlewanie ciśnieniowe • Odlewani kokilowe • Odlewanie niskociśnieniowe • Odlewanie ciągłe • Odlewanie precyzyjne • Odlewanie ciśnieniowe. • Grawitacyjne odlewanie kokilowe. • Odlewanie precyzyjne. • Zrobotyzowane stanowisko wytwarzania form. • Komputerowa symulacja procesu wypełniania wnęki formy i krzepnięcia odlewu. 	

Metody szybkiego prototypowania w odlewnictwie	K_W09
<ul style="list-style-type: none"> • Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych • Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego • Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów • Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania • Student potrafi przeprowadzić proces postprocessingu i obróbki wykończeniowej na prototypie • Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu • Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji • Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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 skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<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 	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01

<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. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>Podstawy automatyki i robotyki</p> <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. • 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<p>Podstawy elektrotechniki i elektroniki</p> <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. 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 	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<p>prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bezzłączowe 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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, stana naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn srubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje ,zastosowanie, zasady doboru. • Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych.
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 2</p>	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04

<ul style="list-style-type: none"> • Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<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 • Omówienie zasad BHP, . Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach • Błędy obróbki partii przedmiotów 	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<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 polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hutnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsisk lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciągnięcie i wykrawanie, gięcie, wytlaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zgniatanie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obciskanie, rozciąganie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczanie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wytłaczania naczyń cylindrycznych. Spęcznie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Tworzywa sztuczne, budowa, wpływ budowy na właściwości, 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 	
Seminarium dyplomowe IO	K_W13, K_W18
<ul style="list-style-type: none"> • Zasady realizacji pracy dyplomowej. • Omówienie zagadnień związanych z tematyką prac realizowanych przez studentów. • Przygotowanie części teoretycznej pracy dyplomowej, dobór literatury i źródeł. • Opracowanie prezentacji części teoretycznej pracy dyplomowej. • Przygotowanie wyników badań realizowanych w ramach pracy dyplomowej, analiza i wnioski. • Przygotowanie prezentacji części badawczej pracy dyplomowej. 	
Stopy odlewnicze	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • Odlewnicze stopy żelaza. Odlewnicze stopy aluminium. Odlewnicze stopy magnezu. • Odlewnicze stopy miedzi. Odlewnicze stopy tytanu. • Odlewnicze stopy niklu. Odlewnicze stopy żarowytrzymałe i żaroodporne – stopy kobaltu i niklu. • Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne stopów odlewniczych. • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczne stopów odlewniczych. • Badania mikrostrukturalne żeliwa. • Badania mikrostrukturalne staliwa. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów niklu. • Makro- i mikrostruktura odlewniczych stopów kobaltu. • Mikrostruktura odlewów ze stopów aluminium. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAx. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii 	

odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy	
Technologia form	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • Narzędzia i przyrządy formierskie. Materiały formierskie i rdzeniowe. • Przeróbka mas formierskich. Badanie mas formierskich. • Metody formowania ręcznego. Mechanizacja wykonywania form i rdzeni. Suszenie form i rdzeni. • Układ wlewowy. Nadlewy i ochładzalniki. • Zalewanie form. Rysunek formy gotowej do zalania. • Wykonanie form z modeli niedzielonych i dzielonych • Wykonanie rdzeni. • Formowanie z obieraniem. • Wykonywanie odlewów metodą formy pełnej. • Wykonywanie form za pomocą wzorników. • Zasady obliczania układów wlewowych, dobór skrzynek formierskich, obciążanie form. • Wykonanie projektu formy odlewniczej, obliczenia, rysunki. 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, , funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologia topienia	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości ogólne o topieniu metalu. Urządzenia do topienia. • Przygotowanie ciekłego metalu. Rafinacja i modyfikacja. • Technologia topienia żeliwa. Technologia topienia staliwa. • Technologia topienia stopów miedzi. Technologia topienia stopów aluminium. • Technologia topienia stopów magnezu, cyny i ołowiu. Kontrola jakości ciekłego metalu. • Kontrola temperatury ciekłego metalu. • Nieniszcząca metoda oceny struktury żeliwa. • Wyznaczanie właściwości odlewniczych żeliwa (lejność, skurcz). • Badanie wpływu temperatury ciekłego metalu i wysokości zalewania na jakość powierzchni odlewu. • Badania skłonności żeliwa do zabielenia. 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: 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. Siłownia 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. 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 ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza 	

Tworzywa na formy odlewnicze	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja mas formierskich i rdzeniowych. Główne materiały do sporządzania mas. • Masy klasyczne. Masy specjalne. Sypkie masy samoutwardzalne. Ciekłe masy samoutwardzalne. • Masy gipsowe. Powłoki ochronne, aktywne i wzmacniające. • Badania mas i materiałów formierskich. • Regeneracja mas formierskich. • Pobieranie materiałów i mas formierskich. Przygotowanie próbek do badań. Oznaczania wilgotności. • Oznaczanie składu ziarnowego. • Badanie właściwości wytrzymałościowych. • Oznaczania osypliwości. • Badanie przepuszczalności masy formierskiej • Oznaczanie zawartości lepiszcza w piaskach formierskich. • Oznaczanie wilgotności masy formierskiej 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera • Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • Skręcanie prętów o przekroju kołowym- analiza naprężeń i odkształceń • Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analitycznowykreslna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne. 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. • Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czysta produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. • Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. • Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. • Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. • Test • Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzania o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. • Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie 	

3.11. Inżynieria spawalnictwa, niestacjonarne

3.11.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	168 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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	66 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Szczegółowe informacje o:


1. 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=M&K=M&TK=html&S=330&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.11.2. Plan studiów

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

4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MG	Metalurgia procesów spawalniczych	15	0	15	0	30	5	T	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MK	Projektowanie konstrukcji spawanych	15	0	0	20	35	4	N	
6	MG	Technologie spawalnicze	15	0	20	0	35	4	T	
Sumy za semestr: 6			83	29	57	20	189	27	3	0
7	MG	Badania nieniszczące złączy spawanych	15	0	30	0	45	4	T	
7	MG	Badania niszczące złączy spawanych	15	0	10	0	25	3	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MG	Naprężenia i odkształcenia spawalnicze	15	0	15	0	30	4	T	
7	MG	Obróbka cieplna złączy spawanych	10	0	10	0	20	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	MG	Programowanie robotów spawalniczych	10	0	20	0	30	2	N	
7	MG	Urządzenia i osprzęt spawalniczy	15	0	15	0	30	4	N	
7	MG	Zapewnienie jakości w spawalnictwie	15	0	0	0	15	2	N	
Sumy za semestr: 7			109	0	107	0	216	26	2	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	MG	Seminarium dyplomowe IS	0	0	0	15	15	2	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	15	55	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			754	278	372	96	1500	210	17	9

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

3.11.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	6
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	40 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	10 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	496 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	30 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	6.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	28
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	20
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	169 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	296 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	25
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	270 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=330&C=2021>

3.11.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=330&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne 	
<p>Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i</p>	

inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety	
Badania nieniszczące złączy spawanych	K_W07, K_W08
<ul style="list-style-type: none"> • Badania wizualne. Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. Badania siły termoelektrycznej. • Metoda prądów wirowych. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania ultradźwiękowe. • Badania radiograficzne. • Ocena jakości złączy spawanych na podstawie badań nieniszczących według norm europejskich. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. • Badania wizualne. • Badania penetracyjne. • Badania magnetyczno-proszkowe. • Badania prądami wirowymi. Badania powłok i udziału ferrytu. • Badania radiograficzne. • Badania ultradźwiękowe. • Badania siły termoelektrycznej. 	
Badania niszczące złączy spawanych	K_W07, K_W08
<ul style="list-style-type: none"> • 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 natryskiwanych cieplnie. • Analiza norm krajowych i międzynarodowych dotyczących badań niszczących złączy. • Wymagania jakościowe dotyczące typowych konstrukcji spawanych; budynków, zbiorników, mostów, suwnic, dźwigów, rurociągów oraz rurowych konstrukcji lądowych i morskich. • Analiza dopuszczalności niezgodności spawalniczych na przykładzie norm i przepisów krajowych i zagranicznych. • Badania metalograficzne makroskopowe połączeń spajanych. • Badania metalograficzne mikroskopowe połączeń spajanych. • Badania wytrzymałości i plastyczności złączy spawanych. 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13

<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (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 dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch walców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych). 	K_W06, K_U01, K_U13
Grafika inżynierska 2	
<ul style="list-style-type: none"> • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). • Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<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 karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwodniowe, Metody szlifowania uzębienia kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka obwodniowa do kół zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<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. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. • Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09

<ul style="list-style-type: none"> Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odszkodzenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne • Metaliczne materiały spiekane • Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi • Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ściślność płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirowe. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sil. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. 	
<ul style="list-style-type: none"> Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy. 	
Mechanika techniczna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiązalne i przesztywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. 	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. 	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • 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, elektrodużlowego, plazmowego, elektronowego, laserowego, zgrzewania i lutowania. • Gazy osłonowe i formujące. • Własności eksploatacyjne podstawowych stali i metali nieżelaznych stosowanych na konstrukcje wytwarzane metodami spawalniczymi. • Budowa SWC. Procesy cieplne spawania. Krystalizacja spoin. • Przemiany fazowe i strukturalne w procesach spawania stali i metali nieżelaznych. • Pęknięcie połączeń spawanych. Przyczyny i rodzaje pęknięć, mechanizm ich przebiegu, zapobieganie ich powstawaniu. • Badania bilansu cieplnego w procesie spawania. • Analiza kształtu wykresu CTPc-S. Kształtowanie właściwości SWC (strefy wpływu ciepła). • Doświadczalne metody określania spawalności. • Prognozowanie struktury złączy spawanych. • Analityczne określanie struktury spoin z wykorzystaniem oprogramowania MATSPAW. • Rodzaje topników spawalniczych i ich wpływ na właściwości spoin. 	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • 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. • 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. 	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; podstawowe wielkości hydrauliczne; pompy wyporowe i silniki hydrauliczne; zawory bezpieczeństwa, dławiki, rozdzielacze; typowe hydrauliczne układy napędowe; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; regulacja prędkości; przekładnie hydrauliczne; wzmocnienie 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 	
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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 złączy spawanych	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> Podgrzewanie przed spawaniem. Sposoby wyżarzania po spawaniu, miejscowe odprężanie i odprężanie całej konstrukcji. Mechanizm relaksacji naprężeń. Czynniki wpływające na relaksację naprężeń. Wpływ wyżarzania odprężającego na właściwości stali. Wyżarzanie normalizujące i wyżarzające w zakresie dwufazowym. Zmiany właściwości mechanicznych połączeń spawanych konstrukcji stalowych eksploatowanych w podwyższonej temperaturze. Wyżarzanie normalizujące i wyżarzanie w zakresie dwufazowym złączy spawanych. Wyżarzanie odprężające złączy spawanych. Wpływ wyżarzania na zmiany twardości złączy spawanych. 	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<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 	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<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. Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01

<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. • 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	
<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. 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. • Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • 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 srub • Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe charakterystyki sprężyn, stana naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn srubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje ,zastosowanie, zasady doboru. • Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03

<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 • Omówienie zasad BHP, „Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów 	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Projektowanie konstrukcji spawanych	K_W06, K_K03, K_K04
<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 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<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 polikrysztalicznych, 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 (ciągnięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zgniatanie 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. Spękanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<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, 	
<ul style="list-style-type: none"> 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 	
Seminarium dyplomowe IS	K_W13, K_W18
<ul style="list-style-type: none"> • Zasady realizacji pracy dyplomowej. • Omówienie zagadnień związanych z tematyką prac realizowanych przez studentów. • Przygotowanie części teoretycznej pracy dyplomowej, dobór literatury i źródeł. • Opracowanie prezentacji części teoretycznej pracy dyplomowej. • Przygotowanie wyników badań realizowanych w ramach pracy dyplomowej, analiza i wnioski. • Przygotowanie prezentacji części badawczej pracy dyplomowej. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAx. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, , funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologie spawalnicze	K_W07
<ul style="list-style-type: none"> • 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 elektrodożułowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie plazmowe parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie laserowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Spawanie wiązką elektronową parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Spawanie aluminotermiczne parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. Napawanie parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Zgrzewanie, metody zgrzewania. Zgrzewanie oporowe, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Lutowanie – metody, parametry procesu, charakterystyka, zastosowanie. • Cięcie płomieniem gazowym. • Cięcie plazmą • Zgrzewanie oporowe • Lutowanie miękkie i twarde • Natryskiwanie termiczne: ręczne i zrobotyzowane. • Spawanie zrobotyzowane. • Zaliczenie 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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. Mieszanie gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy 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. Siłownia parowe; obieg Clausiusa-Rankine'a. Karnotyzacja i podział na stopnie. 14. Analiza parowych urządzeń obiegowych lewobieżnych; chłodziarka sprężarkowa, pompa grzejąca. 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 ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza 	
Urządzenia i osprzęt spawalniczy	K_W10, K_U01, K_U06, K_U11, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 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, elektrodożułowego, 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. Odciągi dymów spawalniczych. • Pomiary parametrów elektrycznych i mechanicznych urządzeń spawalniczych. • Zapoznanie z budową i obsługą podstawowych urządzeń do spawania i zgrzewania. 	

Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera • Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy i własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • Skręcanie prętów o przekroju kołowym- analiza naprężeń i odkształceń • Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analitycznowykreslna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne. 	
Zapewnienie jakości w spawalnictwie	K_W20
<ul style="list-style-type: none"> • 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 środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. • Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czystsza produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. • Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. • Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. • Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. • Test • Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. • Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie 	

3.12. Komputerowo wspomagane wytwarzanie, niestacjonarne

3.12.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	153 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.









Szczegółowe informacje o:


1. 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=M&K=M&TK=html&S=332&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.12.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
2	MK	Grafika inżynierska 2	10	0	0	17	27	4	N	
2	FD	Matematyka 2	20	20	0	0	40	6	T	
2	MA	Mechanika techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	7	0	20	0	27	3	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	20	15	0	0	35	5	T	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	

4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MF	Modelowanie procesów produkcyjnych	12	0	12	0	24	3	T	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MO	Podstawy MES	9	0	15	0	24	3	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Przygotowanie i organizacja produkcji	18	0	10	10	38	4	T	
6	MT	Systemy CAM	12	0	0	30	42	4	N	
Sumy za semestr: 6			89	29	59	40	217	28	3	0
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MO	Obrabiarki sterowane NC	14	0	18	0	32	4	T	
7	MT	Oprządkowanie technologiczne	6	0	0	8	14	2	N	
7	MO	Podstawy eksploatacji i niezawodności	8	0	0	7	15	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	MT	Produkcja odchudzona	10	0	0	12	22	3	T	
7	MO	Systemy narzędziowe	10	0	10	0	20	3	N	
7	MP	Wykład monograficzny	12	0	0	0	12	1	N	
7	MP	Zastosowanie MES w technologii maszyn	0	0	32	0	32	3	N	
7	MT	Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	10	0	0	12	22	2	T	
Sumy za semestr: 7			84	0	67	39	190	25	3	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	MT	Seminarium dyplomowe KWW	0	0	0	15	15	2	N	

Sumy za semestr: 8	40	0	0	15	55	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:	735	278	334	155	1502	210	18	9

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

3.12.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	18
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	14
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	36 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	525 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	38
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	25 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	4.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	26
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	126 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	262 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	20
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	219 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=332&C=2021>

3.12.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=332&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1:Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
--------------------	---

<ul style="list-style-type: none"> • Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (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. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Widoki i przekroje proste przedmiotów. • Przekroje złożone przedmiotów. Wymiarowanie. Forma graficzna zapisu wymiarów. Zasady rozmieszczania wymiarów. Zaliczenie treści wykładowych. • Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu. Obraz prostej, ślady prostej, określanie ćwiartek, przez które przechodzi prosta. Obraz płaszczyzny. Ślady płaszczyzny. Przypadki szczególne położenia prostej i płaszczyzny. Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześciangu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch walców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych). 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczenia chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD. 	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<p>Maszyny technologiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyn. Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyny, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębienia kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka 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. 	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<p>Matematyka (metody numeryczne) 3</p> <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. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami. 	K_W01, K_U09
<p>Matematyka 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	K_W01, K_U09
<p>Matematyka 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. 	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa 	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<p>Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne • Metaliczne materiały spiekane Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych 	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<p>Mechanika płynów</p>	

<p>• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki.</p> <p>Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.</p>	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>Mechanika techniczna 1</p> <p>• Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Wieży, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiązalne i przeszywnione. • 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. • Wieży typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń.</p>	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>Mechanika techniczna 2</p> <p>• Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady.</p>	K_W08, K_W20, K_U08
<p>Miernictwo i systemy pomiarowe</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. • 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.</p>	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<p>Napęd i sterowanie maszyn</p>	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04

<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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.	
Obrabiarki sterowane NC	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U17
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązywanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia przewodnicowe w obrabiarkach CNC rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, omówienie pytań na egzamin • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifiarki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Badanie sztywności wybranych zespołów. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na frezarkach CNC. • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrabianego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). 	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, łąutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<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 	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01

<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. Odlewianie do form piaskowych. Odlewianie kokilowe. Specjalne metody odlewania • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	
Oprzrządowanie technologiczne	K_W05, K_W17, K_U07, K_U10, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Omówienie tematyki zajęć, literatura. Oprzrządowanie technologiczne – podział, zalety stosowania, zagadnienia bazowania i oznaczania elementów ustalających i mocujących. Przegląd obrabiarek ze zwróceniem uwagi na wyposażenie standardowe i specjalne oraz opis konstrukcji stołów i wrzecion. Rozwiązania konstrukcyjne stołów i końcówek wrzecion obrabiarek. Elementy uchwytów obróbkowych, zasady ustalania, ustalanie płaszczyznami. Ustalanie powierzchniami walcowymi zewnętrznymi i wewnętrznymi, powierzchniami kształtowymi. Elementy mocujące uchwytów, zamocowania gwintowe, klinowe, mimośrodowe i krzywkowe. Elementy ustalające i prowadzące narzędzia, elementy i mechanizmy podziałowe. • Omówienie cech uchwytów specjalnych, prezentacja uchwytów. Omówienie ogólnych zasad projektowania uchwytów obróbkowych, przedstawienie przykładu praktycznego. Wydanie tematów projektów. Bieżąca konsultacja zagadnień występujących w trakcie projektowania. 	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki: zagadnienia sterowania różnego rodzaju obiektów, cel automatyzacji, środki i sposoby, mechanizacja, automatyzacja, sterowanie, sygnał, przekazywanie informacji, człon automatyki. Przykłady: sterowanie w układzie otwartym, sterowanie w układzie zamkniętym. sprzężenie zwrotne dodatnie i ujemne. Klasyfikacja układów automatycznej regulacji. Konieczność teoretycznego ujęcia zagadnień automatyki. Wzajemne zależności pomiędzy teorią a realizacją i zastosowaniami automatyki. • Matematyczny opis członów i układów liniowych automatyki • 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 	
<ul style="list-style-type: none"> • Modelowanie manipulatorów i robotów. Zadanie odwrotne kinematyki. Zadanie odwrotne i proste dynamiki. • Wyznaczenie przestrzeni roboczych i ich symulacja. • Elementy układu sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy eksploatacji i niezawodności	K_W05, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U09, K_U15, K_K04
<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. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskaźniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Nastawialność. Trwałość maszyn. • Opis techniczny wybranego obiektu. Charakterystyka eksploatacyjna obiektu. • Opracowanie instrukcji użytkowania i obsługiwanym maszyny technologicznej. 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. 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. • Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04

<ul style="list-style-type: none"> • 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 osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych. sztywności. • Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. • Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Zasady modelowania struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. Główne metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES - porównanie. 	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<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 • Omówienie zasad BHP, . Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów 	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i 	
<ul style="list-style-type: none"> informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Produkcja odchudzona	K_W05, K_W12, K_U09, K_U19, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Ewolucja systemów zarządzania i sterowania produkcją • Lean Manufacturing – szczupłe (odchudzone) wytwarzanie • Mapowanie strumienia wartości • Tworzenie ciągłego i płynnego procesu przepływu • Narzędzia warunkujące wprowadzenie systemu - "5S", "TPM" i "SMED" • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu obecnego • Tworzenie mapy strumienia wartości stanu przyszłego • Wykreślenie kompletnej mapy strumienia wartości stanu przyszłego 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<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 polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hutnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsisk lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnienie), metody kształtowania blach (cięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obciskanie, roztlaczanie, 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 naczynia cylindrycznego. Spęcanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. 	

Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<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 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 	
Przygotowanie i organizacja produkcji	K_W05, K_W12, K_W20, K_U02, K_U04, K_U10, K_U18, K_K01, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Istota zarządzania produkcją i usługami. Definicje pojęć: zarządzanie, produkcja, usługi. Cele i zadania zarządzania produkcją – jakość, niezawodność, konkurencyjność. Fazy rozwoju zarządzania produkcją i usługami. • Charakterystyka systemu produkcyjnego. Definicja systemu. Struktura systemu produkcyjnego. Otoczenie systemu produkcyjnego. Produktywność systemu produkcyjnego. Wskaźniki produktywności. Metody oceny produktywności. • Wektor wejścia i wyjścia systemu produkcyjnego. Charakterystyka czynników produkcji (przedmiotów pracy, środków pracy, zasobów ludzkich, energii) oraz produktów (wyrobów, usług, odpadów, wyrobów niezgodnych-braków). • Procesy transformacji zachodzące w systemach produkcyjnych. Proces przygotowania produkcji (projektowanie wyrobu, projektowanie i wybór procesu technologicznego, lokalizacja przedsiębiorstwa, rozmieszczenie obiektów), proces wytwarzania, proces dystrybucji. Charakterystyka elementów składowych podstawowego procesu wytwarzania. Klasyfikacja i charakterystyka przemysłowych procesów wytwarzania. Cykl produkcyjny. Struktura cyklu produkcyjnego i wytwarzania. Metody skracania cyklu wytwarzania (przebieg szeregowy, szeregowo-równoległy, równoległy asynchroniczny, równoległy synchroniczny). Zarządzanie zapasami. Zapasy produkcji w toku. • Organizacja przestrzeni produkcyjnej i usługowej. Charakterystyka podstawowych struktur produkcyjnych: stanowiska roboczego i modułu produkcyjnego. Struktury produkcyjne wyższych stopni: gniazdo, linia, wydział, zakład, przedsiębiorstwo. Rozmieszczanie urządzeń według specjalizacji technologicznej, przedmiotowej i mieszanej. Projektowanie systemów produkcyjnych. Wybór wyposażenia i obsługa eksploatacyjna. • Prognozowanie popytu. Planowanie i sterowanie produkcją i realizacją usług. Zasady planowania produkcji (sterowanie ilością lub terminami). Sterowanie wewnątrzkomórkowe i zewnątrzkomórkowe. Normatywy sterowania przepływem produkcji. Analiza przepływu produkcji – metody symulacyjne i analityczne. Zarządzanie zdolnościami produkcyjnymi i harmonogramowanie. • 7. Współczesne metody i systemy zarządzania produkcją i usługami. Logistyczne zarządzanie produkcją (systemy MRP/ERP – komputerowe wspomaganie zarządzania produkcją i usługami, JIT - strategia produkcji „Dokładnie na czas”, OPT - zarządzanie wąskimi gardłami). Zarządzanie jakością, środowiskiem i bezpieczeństwem pracy. Odchudzone wytwarzanie (Lean Manufacturing). Założenia koncepcji Lean Manufacturing. Metody diagnozowania i usprawniania procesów produkcyjnych. Mapowanie strumienia wartości. • Projekt systemu produkcyjnego. Obliczanie optymalnej liczebności partii produkcyjnej. Dla systemów pracy dwuzmianowej bilansowanie zapotrzebowania na zdolności produkcyjne (wyznaczanie liczby stanowisk roboczych, liczby pracowników). Opracowanie harmonogramu pracy komórki produkcyjnej. Dobór wyposażenia technologicznego i obliczanie powierzchni komórki produkcyjnej. Dobór hali typowej. Rozmieszczenie stanowisk roboczych metodą MAT. Dobór wyposażenia stanowisk roboczych. Opracowanie rysunku zaprojektowanego systemu produkcyjnego. Bilansowanie zapotrzebowania na materiały podstawowe, pomocnicze i energię. Obliczenia liczby środków transportu wewnętrznego. • Zajęcia wprowadzające. Instruktaż BHP. Analiza struktury procesu wytwarzania z wykorzystaniem wybranych narzędzi badania pracy (karta procesu, karta przebiegu, wykres przebiegu, tablica krzyżowa przemieszczeń). • Organizacja stanowisk roboczych. • Ocena ergonomiczności stanowisk pracy. • Normowanie czasu pracy metodą chronometrażu, migawkową oraz ruchów elementarnych. • Zasady organizacji produkcji: liniowości, koncentracji w czasie i przestrzeni. 	
Seminarium dyplomowe KWW	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie maszyn technologicznych. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie napędów i sterowań maszyn technologicznych. 	
Systemy CAM	K_W05, K_W14, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do systemów komputerowego wspomaganie wytwarzania (CAM). Techniki CAX w produkcji. Metody 	

<p>programowania obrabiarek CNC. Miejsce systemów CAM w procesie wytwarzania. Rola i zadania systemów CAM. Przegląd systemów CAM. Podstawy programowania obrabiarek CNC. Komputerowe sterowanie numeryczne. Czynnności składające się na tworzenie programu sterującego. Podstawy programowania ręcznego na bazie kodu ISO. Programowanie automatyczne z wykorzystaniem systemów CAM. Zasada programowania automatycznego maszyn CNC. Struktura programowania automatycznego. Etap procesora i postprocesora. Zintegrowane systemy CAD/CAM. Struktura i klasyfikacja zintegrowanych systemów CAD/CAM. Przegląd systemów CAD/CAM. Charakterystyka cykli obróbkowych. Postprocesory w systemach CAM</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. Generowania i symulacja programów sterujących w wybranych układach sterowania CNC. Analiza błędów występujących na etapie postprocesora. Możliwości systemów CAM w zakresie adaptacji danych pośrednich dla różnych obrabiarek. Projekt z zakresu programowania toczenia 2-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów. Weryfikacja kodu NC w układzie sterowania obrabiarki sterowanej numerycznie. Programowanie frezowania. Frezowanie 3-osiowe. Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. Programowanie interpolacji i kompensacji. Programowania frezowania w systemie CAM. Definiowanie cech do obróbki, zera przedmiotu, półfabrykatu, czynności przygotowawcze, cykle i operacje frezowania, symulacja procesu obróbki, generowanie kodu NC. Projekt z zakresu programowania frezowania 3-osiowego. Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów, weryfikacja kodu NC. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odwzorowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy 	
Systemy narzędziowe	K_W05, K_W07, K_W17, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. • Klasyfikacja, budowa i rozwiązania konstrukcyjne narzędzi. Odmiany konstrukcyjne, sposoby mocowania ostrza, dokładność mocowania. • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki rozwoju narzędzi skrawających, rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. • Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Wpływ sposobu geometrii narzędzi i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - wytyczne do projektu 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, , funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> 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 urządzi czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy $X=const$. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: otoczenie bierne, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, atermicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a – Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzi 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 urządzi obiegowych lewobieżnych; chłodziarka 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. 	<ul style="list-style-type: none"> 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
<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie, BHP, niedokładność pomiaru. 2. Pomiar ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiady 8. Pomiar wilgotności powietrza 	
Wykład monograficzny	
<ul style="list-style-type: none"> Różnorodność zagadnień związanych z projektowaniem i obróbką form wtryskowych. Materiały narzędziowe wykorzystywane na elementy form oraz ich właściwości i oznaczanie. Czynniki charakteryzujące obrabialność materiałów na formy. Operacje technologiczne stosowane w obróbce form i przebieg procesu wytwarzania form. Narzędzia skrawające stosowane w obróbce gniazd form. Dobór parametrów obróbki oraz narzędzi skrawających. Obróbka HSM, HPC oraz inne strategie procesu skrawania. Cykle obróbkowe zaawansowanych systemów CAD/CAM. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a Skręcanie prętów o przekroju kołowym- analiza naprężeń i odkształceń Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. Hipotezy wyężenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha Linie ugięcia belek- metoda analitycznowykreślna Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne. 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czysta produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. Test Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór 	

aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie	
Zastosowanie MES w technologii maszyn	K_W03, K_W06, K_W15, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do modelowania MES zagadnień nieliniowych i kontaktowych. Źródła nieliniowości w modelowaniu procesów technologicznych. Podstawowe wymagania programów opartych na MES w zastosowaniu do analizy zagadnień z zakresu technologii maszyn. Zapoznanie się z interfejsem i strukturą programu MSC. Marc/Mentat, poruszanie się po programie, zasady tworzenia modelu, jego dyskretyzacja, modele materiałowe, modele tarcia, warunki kontaktowe oraz warunki brzegowe, rodzaje analiz, typy elementów, uwagi na temat modelowania zagadnień technologicznych (głównie procesów plastycznego kształtowania metali i stopów). Modelowanie numeryczne procesu spęcznienia na zimno w osiowosymetrycznym stanie naprężenia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników. Wpływ warunków tarcia na przebieg procesu. Modelowanie numeryczne procesu gięcia, przygotowanie modelu do obliczeń, prezentacja i analiza wyników z uwzględnieniem sprężynowania. Wpływ właściwości kształtowanego materiału na wielkość sprężynowania po gięciu. Modelowanie numeryczne procesu wykrawania w płaskim stanie odkształcenia z zastosowaniem symetrii płaszczyznowej. Przygotowanie modeli do obliczeń z uwzględnieniem konieczności przebudowy siatki elementów skończonych tzw. global remeshing, prezentacja i analiza wyników. Modelowanie numeryczne procesu wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego pręta o przekroju kołowym z wykorzystaniem różnych opcji przebudowy siatki dostępnych w programie. Prezentacja, analiza i porównanie uzyskanych wyników. Modelowanie procesu spłaszczenia rury o różnych współczynnikach cienkościerności w płaskim stanie odkształcenia, przygotowanie modeli oraz prezentacja wyników. Określenie wpływu cienkościerności rury na zmianę kształtu przekroju poprzecznego. Budowa modelu powłokowego procesu wytłaczania sztywnymi narzędziami z zastosowaniem dociskacza i bez dociskacza, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja i analiza wyników obliczeń. Modelowanie procesu wywijania kołnierza z zastosowaniem modelu powłokowego oraz osiowosymetrycznego, przygotowanie modeli do obliczeń, prezentacja, analiza i porównanie wyników obliczeń. • Zapoznanie z budową i przeznaczeniem programów CAE do symulacji procesów wtryskiwania tworzyw sztucznych: MoldFlow MPA oraz MPI, import modeli CAD do środowiska CAE. Modelowanie numeryczne technologii wtryskiwania w systemie MoldFlow MPI. Projektowanie okna przetwórstwa tworzywa, symulacja efektywności chłodzenia oraz deformacji powtryskowych wyprasek. Interpretacja wyników. Wykorzystanie systemów CAE do projektowania form wtryskowych: ustalenie miejsca wtrysku, projekt i optymalizacja układu wlewowego - imbalance ciśnieniowy oraz czasowy w formach rodzinnych, projekt i optymalizacja układu chłodzenia. Optymalizacja parametrów przetwórstwa na drodze symulacji CAE. 	
Zintegrowane systemy zarządzania produkcją	K_W05, K_W12, K_U02, K_U18, K_U19, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • 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. Integracyjna rola systemów PPC. Funkcjonalne cechy systemów PPC. Systemy kierowania wytwarzaniem SFC. • Harmonogramowanie dyskretnych procesów produkcyjnych. Klasyfikacja problemów harmonogramowania. Szeregowanie zadań produkcyjnych na jednej maszynie. Harmonogramowanie pracy dwóch maszyn. Harmonogramowanie wielostadialnego procesu produkcyjnego: metodą podziału i ograniczeń, model grafu dysjunktywnego. • Analiza porównawcza efektywności wybranych metod prognozowania produkcji (model ważonej średniej ruchomej, model IBrowna, model Wintera). • Symulacja komputerowa planowania zagregowanego – porównanie efektów ekonomicznych strategii: poziomu zdolności produkcyjnej, pogoni za popytem, mieszanej. • Budowa struktury wyrobu (BOM) – wykaz kompletności 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. 	

3.13. Pojazdy samochodowe - Diagnostyka samochodów, niestacjonarne

3.13.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS

Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.




Szczegółowe informacje o:

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

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=335&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.13.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	
1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
2	MK	Grafika inżynierska 2	10	0	0	17	27	4	N	
2	FD	Matematyka 2	20	20	0	0	40	6	T	
2	MA	Mechanika techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	7	0	20	0	27	3	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	20	15	0	0	35	5	T	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3

4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	ME	Budowa samochodów 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	ME	Technologia samochodów	15	0	9	0	24	3	N	
Sumy za semestr: 6			95	29	61	18	203	27	3	0
7	ME	Diagnostyka samochodów 1	18	0	15	0	33	3	T	
7	ME	Diagnostyka silników spalinowych 1	12	0	10	0	22	4	N	
7	ME	Diagnostyka układów podwozia samochodu	15	0	12	0	27	5	T	
7	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	12	0	27	2	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	ME	Materiały eksploatacyjne	12	0	9	0	21	2	N	
7	ME	Normy prawne badań technicznych i organizacja stacji kontroli pojazdów	12	0	9	0	21	3	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			113	0	89	0	202	26	2	0

8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	ME	Seminarium dyplomowe PS	0	0	0	15	15	2	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	15	55	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			770	278	358	94	1500	210	17	9

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

3.13.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	32 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	4 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	511 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiąganych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	30
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	126 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	219 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	207 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiąganych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=335&C=2021>

3.13.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=335&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1:Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
--------------------	---

<ul style="list-style-type: none"> • Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie • Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne • Główne nurty i kierunki w etyce • Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne • Materialne etyki wartości kontra proceduralizm • Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm • Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego • Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej • Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna • Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych • Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" • Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii • Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji • Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych • Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. • Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. • Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. • Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym 	
udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. • Mechaniczne skrzynki biegów. • Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. • Automatyczne skrzynie biegów. • Wały napędowe, półosie i przeguby. • Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. • Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne i mieszane. • Urządzenia wspomagające hamowanie. Korektory sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. • Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. • Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. • Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawiesznień. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesznień. • Budowa zawieszienia – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. • Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. • Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. • Budowa ram i nadwozi. • Budowa kół i ogumienia. • Sprzęgła cierne jedno i wielopłytkowe. • Budowa skrzynki biegów dwuwąłkowej. • Budowa skrzynki biegów trójwąłkowej. • Budowa skrzynek biegów hydromechanicznych. • Budowa wału, mostu napędowego i mechanizmu różnicowego. • Budowa hydraulicznego układu hamulcowego. • Budowa pneumatycznego układu hamulcowego. • Budowa układu kierowniczego. Przekładnie kierownicze. • Budowa układu kierowniczego. Mechanizmy zwrotnicze. • Budowa zawieszienia. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawieszienia. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszienia. 	
Diagnostyka samochodów 1	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot, istota i zadania diagnostyki technicznej pojazdów samochodowych. Klasyfikacja i charakterystyka parametrów diagnostycznych. Stany diagnostyczne. Proces diagnozowania i procedury diagnostyczne. • Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce pojazdów samochodowych. • Diagnostyka układów napędowych i silników spalinowych pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszienia i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych. 	
Diagnostyka silników spalinowych 1	K_W08, K_W10, K_U01, K_U08, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Istota i cele diagnostyki technicznej silników spalinowych. • Symptomy diagnostyczne stanu technicznego silników. • Parametry efektywności pracy i strat wewnętrznych silnika. Parametry determinujące szczelność przestrzeni roboczych silników. • Parametry stanu cieplnego i drgań wibroakustycznych silników. • Parametry stanu materiałów eksploatacyjnych stosowanych w silnikach spalinowych. • Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce silników. • Diagnozowanie układów tłokowokorbowych i rozrządu. Diagnozowanie układów chłodzenia i olejenia. Diagnozowanie układów paliwowych silników o zapłonie iskrowym. Diagnozowanie układów paliwowych silników o zapłonie samoczynnym. • Diagnostyka układów zasilania sterowanych numerycznie. • Diagnostyka silników w aspekcie kryteriów ekologicznych i paliw zastępczych. • Tendencje rozwojowe w zakresie silników samochodowych. • Pomiar parametrów pracy układów zasilania i zapłonu silnika o ZI. • Kontrola działania układów proekologicznych silnika o ZI. • Ocena działania układów wspomagających rozruch w silniku wysokoprężnym. • Diagnostyka układu zasilania silnika o ZS. • Diagnostyka układu TPC na podstawie zmian napięcia akumulatora podczas rozruchu. • Wykorzystanie systemu diagnostyki pokładowej OBD do identyfikacji uszkodzeń silnika. 	
Diagnostyka układów podwozia samochodu	K_W05, K_W08, K_W10, K_U01, K_U14

<ul style="list-style-type: none"> • Stan techniczny układów podwozia samochodu a bezpieczeństwo w ruchu drogowym. Podstawowe metody stanowiskowej diagnostyki układów napędowych. Szczegółowe badania stanu technicznego podzespołów i elementów w układzie napędowym. Diagnostyka układów kierowniczych. Diagnostyka układu zawieszenia kół. Badania geometrii zawieszenia. Analiza porównawcza metod diagnostyki zawieszenia. Diagnostyka układów jezdnych. Metody i procedury wyrównywania kół jezdnych. Diagnostyka stanowiskowa układów hamulcowych z uruchamianiem hydraulicznych. Kryteria oceny zdadności układów hamulcowych. Kompleksowa diagnostyka podwozia na liniach diagnostycznych. Zastosowanie prób drogowych do oceny zdadności układów napędowych. Podstawy diagnostyki pokładowej OBD w zastosowaniu do układów podwozia. Tendencje rozwojowe w diagnostyce układów podwozia samochodów. • Diagnostyka sprzęgła i mechanicznych skrzynek biegów. Diagnostyka wałów i mostów napędowych. Diagnostyka układu jezdny. Diagnostyka układów kierowniczych. Diagnostyka układów hamulcowych z uruchamianiem hydraulicznym. Diagnostyczna ocena układu napędowego metodą prób drogowych. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokopięnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt 	
<p>wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (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 dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch walców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych).</p>	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD. 	

Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<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 uchwytove, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka obwiedniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. Pochodna funkcji. Badanie przebiegu zmienności funkcji. Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	
Matematyka 2	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. 	
Materiały eksploatacyjne	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie wymuszonym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Paliwa alkoholowe, gazowe i roślinne. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Smary plastyczne. Płyny hamulcowe. Płyny do układów chłodzenia. Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo Metody badawcze w metaloznawstwie Podstawy metalografii ilościowej Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne Metaliczne materiały spiekane Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ściślność płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirowe. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązywania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy. 	<p>K_W02, K_W03, K_U09, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiązalne i przeszywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. 	<p>K_W02, K_W03, K_U09, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. 	<p>K_W08, K_W20, K_U08</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 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>K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy 	

<p>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>	
Obróbka skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<p>• Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania.</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<p>• Pojęcie i zakres ochrony własności intelektualnej. • Ochrona własności przemysłowej w systemie krajowym. Procedury zgłoszeniowe uzyskania patentu lub prawa ochronnego. • Ochrona praw autorskich. • Ochrona wzorów przemysłowych, znaków towarowych, know how. • Ochrona wynalazków w trybie międzynarodowym i europejskim. Wymagania dotyczące przygotowania wniosku patentowego</p>	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<p>• Wiadomości wstępne. Otrzymywanie ciekłego metalu. Tworzenie odlewu w formie. Układ wlewowy. Rysunek techniczny w technologiach odlewniczych. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. Specjalne metody odlewania • Wiadomości wstępne. Podział procesów spawalniczych. Charakterystyka złączy spawanych. Budowa złącza spawanego. Spawalność stali. Spawanie gazowe i cięcie metali. Spawanie łukowe. Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Specjalne metody spawania. • Formowanie modelu naturalnego. Formowanie modelu dzielonego. Formowanie z rdzeniem. Formowanie z obieraniem. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG.</p>	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01

<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. Chwytaaki: 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. 	
<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć.Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. Podstawy metrologii elektrycznej elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Podział elemntów 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 ptzypadki obciążenia srub Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe charakterystyki sprężyn, stana naprężenia i odkształcenia w sprężynach srubowych, zasady projektowania sprężyn śrubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje ,zastosowanie, zasady doboru. Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. Przekładnie ślimakowe Przekładnie cięgnowe Niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<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 Omówienie zasad BHP, . Struktura procesu technologicznego Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach Błędy obróbki partii przedmiotów 	

Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<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, ciągnięcie), metody kształtowania blach (cięcie i wykrawanie, gięcie, wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie obrotowe, obciąganie, wywijanie, obciskanie, roztlaczanie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. • Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczanie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wytłaczania naczyń cylindrycznych. Spękanie wałków w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03
<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 wytłaczania i prasowania. Termoformowanie próżniowe i mechaniczne, wady, zalety, budowa urządzeń, metody kształtowania wyrobów, wybrane metody przetwórstwa chemicznego – fizycznego polimerów. Zaliczenie • Identyfikacja gatunkowa tworzyw sztucznych. Ocena właściwości mechanicznych tworzyw sztucznych • 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 	
Seminarium dyplomowe PS	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). Kryteria doboru i wykorzystania materiału źródłowego. Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie pojazdów. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie silników spalinowych. Współczesne metody i procedury diagnozowania pojazdów i silników samochodowych. Diagnostyka pokładowa OBD w pojazdach samochodowych. Telematyka w eksploatacji pojazdów samochodowych. Proekologiczne rozwiązania w pojazdach samochodowych. 	
Silniki spalinowe 1	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Zasada działania silnika tłokowego. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste. Wskaźniki pracy silnika. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Systemy doładowania silników tłokowych. Proces spalania. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Mechanika układu korbowo-tłokowego. Systemy spalania - geometria przestrzeni spalania. Budowa układu korbowo-tłokowego. Budowa układu rozrządu. Budowa układu chłodzenia. Budowa układu smarowania. Budowa układu zasilania. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Zaliczenie projektów. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowanie 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAx. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy 	

Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, , funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych - wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje), • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów): blachy cienkie, technologiczność nadwozi samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i przewodników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000. 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: 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; chłodziarka 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 ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza 	
Układy zasilania silników spalinowych 1	K_W05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Rola i zadania układów zasilania silników spalinowych. Układy zasilania silników o zapłonie iskrowym - kryteria podziału i klasyfikacja. Zintegrowane systemy paliwowe i zapłonowe. Układy zasilania silników o zapłonie samoczynnym - kryteria podziału i klasyfikacja. Rodzaje i budowa pomp wtryskowych. Rodzaje i budowa wtryskiwaczy. Rodzaje i budowa pompowtryskiwaczy. Wysokociśnieniowe systemy wtrysku paliwa (m.in. Common Rail, HEUI, CELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych • Pomiar skuteczności oczyszczania, chłonności i oporów przepływu wkładów filtrów powietrza. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego benzyny. Pomiar wydatku wtryskiwacza silnika z zapłonem iskrowym. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego silnika wysokoprężnego. Ocena parametrów wtryskiwacza silnika z zapłonem samoczynnym. Ocena parametrów pompy wysokiego ciśnienia układu Common Rail. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierno i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera • Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • Skręcanie prętów o przekroju kołowym - analiza naprężeń i odkształceń • Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek - metoda analityczno-wykresowa • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udurowienia i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne. 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. • Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czystsza produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. • Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. • Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. • Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. • Test • Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. • Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie 	

3.14. Pojazdy samochodowe - Samochody, niestacjonarne

3.14.1. Parametry planu studiów









Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	158 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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.


Szczegółowe informacje o:

1. 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=M&K=M&TK=html&S=333&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.14.2. Plan studiów

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

5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	ME	Budowa samochodów 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	ME	Technologia samochodów	15	0	9	0	24	3	N	
Sumy za semestr: 6			95	29	61	18	203	27	3	0
7	ME	Diagnostyka samochodów 1	18	0	15	0	33	3	T	
7	ME	Eksploatacja samochodów	12	0	10	0	22	4	N	
7	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	12	0	27	2	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	ME	Materiały eksploatacyjne	12	0	9	0	21	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	ME	Teoria ruchu samochodów	12	9	0	0	21	3	N	
7	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
7	ME	Zespoły napędowe i nośne	15	0	12	0	27	5	T	
Sumy za semestr: 7			113	9	80	0	202	26	2	0
8	ZH	PH1: Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	ME	Seminarium dyplomowe PS	0	0	0	15	15	2	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	15	55	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			770	287	349	94	1500	210	17	9

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

3.14.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	30.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	489 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	23 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.75 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	121 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	219 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	19
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	227 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=333&C=2021>

3.14.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=333&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne Główne nurty i kierunki w etyce Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne Materialne etyki wartości kontra proceduralizm Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych Wytuczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezadowolenia pracownika, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. Budowa kół i opon. Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. Mechaniczne skrzynki biegów. Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. Automatyczne skrzynie biegów. Wały napędowe, półosie i przeguby. Mosty napędowe. Przekładnie mechaniczne i mechaniczne różnicowe. Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne i mieszane. Urządzenia wspomagające hamowanie. Korektory sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawiesznień. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesznień. Budowa zawiesznień – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. Budowa ram i nadwozi. Budowa kół i ogumienia. Sprzęgła cierne jedno i wielopłytkowe. Budowa skrzynki biegów dwuwałkowej. Budowa skrzynki biegów trójwałkowej. Budowa skrzynek biegów hydromechanicznych. Budowa wału, mostu napędowego i mechanizmu różnicowego. Budowa hydraulicznego układu hamulcowego. Budowa pneumatycznego układu hamulcowego. Budowa układu kierowniczego. Przekładnie kierownicze. Budowa układu kierowniczego. Mechanizmy zwrotnicze. Budowa zawiesznień. Elementy sprężyste i wodzące. Budowa zawiesznień. Amortyzatory. Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawiesznienia. 	
Diagnostyka samochodów 1	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, istota i zadania diagnostyki technicznej pojazdów samochodowych. Klasyfikacja i charakterystyka parametrów diagnostycznych. Stany diagnostyczne. Proces diagnozowania i procedury diagnostyczne. Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce pojazdów samochodowych. Diagnostyka układów napędowych i silników spalinowych pojazdów samochodowych. Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawiesznień i oświetlenia). Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Eksplatacja samochodów	K_W06, K_W10, K_U04, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia dotyczące eksploatacji. Jakość eksploatacji oraz jakość usługi. Planowanie obsługiwalności na etapie konstrukcji samochodu. Bezpieczeństwo eksploatacji – ilościowe i jakościowe. Podatność obsługowa. Wymagania i badania przyjęcia do naprawy standardowej zespołów i całych pojazdów samochodowych. Wymagania, badania i odbiór po naprawie zespołów: skrzynia biegów, skrzynia rozdzielcza. Wymagania, badania i odbiór po naprawie zespołów: most napędowy, wał napędowy, zawieszienia. Wymagania, badania i odbiór po naprawie cało pojazdowej samochodów ciężarowych i autobusów. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: ubytkowymi. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: dyfuzyjnymi. Metody i technologie obróbki i naprawy powierzchni po eksploatacji metodami: przyrostowymi. Technologia naprawy pojazdów: technologia naprawy silnika, technologia naprawy układu zasilania. Technologia naprawy mechanizmów przeniesienia napędu. Technologia naprawy układu kierowniczego. Technologia naprawy układu jezdniego, technologia naprawy zawieszienia. Technologia naprawy układu hamulcowego hydraulicznego oraz mechanizmu wspomagania. Technologia naprawy układu hamulcowego pneumatycznego. Technologia naprawy nadwozia i ramy. 	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne 	

Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrycy w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13
<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzn, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (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 dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch walców. • Przekroje proste (na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych). 	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamaný) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie zadanego rysunku w programie AutoCAD. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<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 uchwytove, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębień, Metody obróbki uzębień kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębień kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka 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 zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<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. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. • Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. 	

Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami.	
Matematyka 1	K_W01, K_U09
• Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. • Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.	
Matematyka 2	K_W01, K_U09
• Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów.	
Materiały eksploatacyjne	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
• Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie wymuszonym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Paliwa alkoholowe, gazowe i roślinne. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Smary plastyczne. Płyny hamulcowe. Płyny do układów chłodzenia. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw.	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
• Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
• Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne • Metaliczne materiały spiekane • Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi • Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
• Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ściślność płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirowe. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy.	
Mechanika techniczna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiązalne i przesywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu 	
<p>sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń.</p>	
Mechanika techniczna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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 skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, przetaczanie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów - kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkółowe. Ściera obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<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 	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<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. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<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. Obiekt regulacji • Stabilność liniowych układów automatycznej regulacji • Jakość układów regulacji • Regulatory • Zasady syntezy układów regulacji • Wybrane problemy układów nieliniowych • Wprowadzenie: pojęcia podstawowe i definicje: automat, automatyzacja, manipulator, robot, robotyzacja, podziały i zastosowania. Systemowe ujęcie pracy: automatyzacja obróbki przedmiotu, właściwości sterowania w torze otwartym i sprzężeniem zwrotnym, praca z urządzeniami 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03

<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. 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. • Bezszłączowe 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. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<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 • Omówienie zasad BHP, . Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach • Błędy obróbki partii przedmiotów 	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Przeróbka plastyczna	K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09
<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 polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hutnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsisk lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby 	
<ul style="list-style-type: none"> • hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciągnięcie 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. Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego. • Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego 	
Przetwórstwo tworzyw sztucznych	K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03

<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 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 	
Seminarium dyplomowe PS	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). Kryteria doboru i wykorzystania materiału źródłowego. Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie pojazdów. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie silników spalinowych. Współczesne metody i procedury diagnozowania pojazdów i silników samochodowych. Diagnostyka pokładowa OBD w pojazdach samochodowych. Telematyka w eksploatacji pojazdów samochodowych. Proekologiczne rozwiązania w pojazdach samochodowych. 	
Silniki spalinowe 1	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Zasada działania silnika tłokowego. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste. Wskaźniki pracy silnika. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Systemy doładowania silników tłokowych. Proces spalania. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Mechanika układu korbowo-tłokowego. Systemy spalania - geometria przestrzeni spalania. Budowa układu korbowo-tłokowego. Budowa układu rozrządu. Budowa układu chłodzenia. Budowa układu smarowania. Budowa układu zasilania. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Zaliczenie projektów. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady sztyfowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne -klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywanie dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące -sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych – wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, rzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa – program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji – elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów): blachy cienkie, technologiczność nadwozi samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i prowadników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów 	

(kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000.	
Teoria ruchu samochodów	K_W06, K_U07, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Opona pneumatyczna i jej właściwości. Poślizg i przyczepność koła ogumionego. Opory ruchu samochodów. Bilans sił i mocy na kołach. Wykres trakcyjny. Charakterystyka dynamiczna. Dobór mocy silnika napędowego. Dobór przełożeń. Ruch przyspieszony. Wykres przyspieszeń. Charakterystyki rozpędzania pojazdu. Ruch opóźniony samochodu. Rozkład nacisków przy hamowaniu. Skuteczność i stateczność procesu hamowania. Krzywoliniowy ruch samochodu. Boczne znoszenie opon. Kierowalność i stateczność ruchu. Przyczepność graniczna w ruchu prostoliniowym i krzywoliniowym pojazdu. Energochłonność ruchu. Zużycie paliwa. Bieg ekonomiczny. • Bilans sił i mocy na kołach. Wyznaczanie oporów ruchu. Wyznaczanie wykresu trakcyjnego. Wyznaczanie charakterystyki dynamicznej. Wyznaczanie charakterystyki przyspieszeń. Wyznaczanie charakterystyki rozpędzania. Wyznaczenie prędkości maksymalnej, maksymalnego wzniesienia możliwego do pokonania. Obliczanie rozkładu sił przy hamowaniu. Obliczanie maksymalnej prędkości jazdy samochodu po łuku. 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne – ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, Źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego – pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy $X=const$. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: 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. Ustalane przewodzenie jednowymiarowe: płaska ściana, 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 ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza 	
Układy zasilania silników spalinowych 1	K_W05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Rola i zadania układów zasilania silników spalinowych. Układy zasilania silników o zapłonie iskrowym - kryteria podziału i klasyfikacja. Zintegrowane systemy paliwowe i zapłonowe. Układy zasilania silników o zapłonie samoczynnym - kryteria podziału i klasyfikacja. Rodzaje i budowa pomp wtryskowych. Rodzaje i budowa wtryskiwaczy. Rodzaje i budowa pompowtryskiwaczy. Wysokociśnieniowe systemy wtrysku paliwa (m.in. Common Rail, HEUI, CELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych • Pomiar skuteczności oczyszczania, chłonności i oporów przepływu wkładów filtrów powietrza. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego benzyny. Pomiar wydatku wtryskiwacza silnika z zapłonem iskrowym. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego silnika wysokoprężnego. Ocena parametrów wtryskiwacza silnika z zapłonem samoczynnym. Ocena parametrów pompy wysokiego ciśnienia układu Common Rail. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera • Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • Skręcanie prętów o przekroju kołowym- analiza naprężeń i odkształceń • Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wytrzymałościowe, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analitycznowykresłna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne. 	

Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<p>• Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. • Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czystsza produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. • Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. • Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze</p> <p>• Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. • Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. • Test</p> <p>• Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. • Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie</p>	
Zespoły napędowe i nośne	K_W06, K_U01, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
<p>• Zadania układu napędowego. Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych. Koła napędowe i opony. Sprzęgła cierne. Budowa. Praca tarcia. Układy sterowania. Mechaniczne skrzynki biegów. Zautomatyzowane układy sterowania. Skrzynki rozdzielcze, reduktory, przystawki odbioru mocy. Hydromechaniczne układy napędowe. Przekładnie hydrokinetyczne. Hydrostatyczne zespoły napędowe. Wały i półosie napędowe. Przeguby napędowe. Mosty napędowe. Mechanizmy różnicowe. Moc krążąca w układzie napędowym. Zwalniacze elektromagnetyczne i hydrokinetyczne. Zawieszenia. Obciążenia dynamiczne elementów zawieszenia. Elementy sprężyste stosowane w budowie zawiesznień. Ustroje nośne w pojazdach. • Wyznaczanie charakterystyki sprężystej docisku sprzęgła. Wyznaczanie częstości drgań własnych i współczynnika tłumienia zawieszenia. Analiza zgodności kinematycznej zawieszenia i układu kierowniczego. Wyznaczanie momentu bezwładności kół jezdnych. Wyznaczanie oporów mechanicznych skrzynek biegów. Wyznaczanie temperatury pracy mechanicznej skrzynki biegów. Pomiar i regulacja luzów w przekładni głównej.</p>	

3.15. Pojazdy samochodowe - Silniki spalinowe, niestacjonarne

3.15.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	68 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	158 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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Szczegółowe informacje o:

1. 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=M&K=M&TK=html&S=334&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.15.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	ZP	BHP i ergonomia	10	0	0	0	10	1	N	
1	ME	Ekologia	15	0	0	0	15	3	N	
1	FF	Fizyka 1	15	20	0	0	35	6	T	

1	MK	Grafika inżynierska 1	15	10	0	0	25	4	N	
1	FD	Matematyka 1	30	30	0	0	60	8	T	
1	MC	Moduł wybieralny dla bloku PO1	30	0	0	0	30	2	N	
1	ZE	Moduł wybieralny dla bloku PO2	15	5	0	0	20	3	N	
Sumy za semestr: 1			130	65	0	0	195	27	2	2
2	MC	Fizyka 2	15	0	10	0	25	5	N	
2	MK	Grafika inżynierska 2	10	0	0	17	27	4	N	
2	FD	Matematyka 2	20	20	0	0	40	6	T	
2	MA	Mechanika techniczna 1	20	20	0	0	40	6	T	
2	MT	Moduł wybieralny dla bloku PO3	10	10	0	0	20	3	N	
2	MF	Technologia informacyjna	15	0	15	0	30	3	N	
2	MT	Zarządzanie środowiskiem	18	10	0	0	28	3	N	
Sumy za semestr: 2			108	60	25	17	210	30	2	1
3	DJ	Język obcy 1	0	20	0	0	20	2	N	
3	MO	Matematyka (metody numeryczne) 3	10	0	10	0	20	3	N	
3	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	25	0	20	0	45	4	N	
3	MA	Mechanika techniczna 2	15	15	0	0	30	5	T	
3	MO	Miernictwo i systemy pomiarowe	18	0	17	0	35	4	N	
3	MK	Systemy komputerowe CAD	7	0	20	0	27	3	N	
3	ML	Wytrzymałość materiałów 1	20	15	0	0	35	5	T	
Sumy za semestr: 3			95	50	67	0	212	26	2	3
4	DJ	Język obcy 2	0	20	0	0	20	2	N	
4	MC	Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	22	0	20	0	42	5	T	
4	MG	Odlewnictwo i spawalnictwo	17	0	18	0	35	4	N	
4	ME	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	20	0	10	0	30	3	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 1	25	0	0	20	45	5	T	
4	MP	Przetwórstwo tworzyw sztucznych	9	0	9	0	18	2	N	
4	ML	Wytrzymałość materiałów 2	15	15	3	0	33	6	T	
Sumy za semestr: 4			108	35	60	20	223	27	3	2
5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	

5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	ME	Budowa samochodów 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	ME	Silniki spalinowe 1	21	0	15	9	45	5	T	
6	ME	Technologia samochodów	15	0	9	0	24	3	N	
Sumy za semestr: 6			95	29	61	18	203	27	3	0
7	ME	Diagnostyka samochodów 1	18	0	15	0	33	3	T	
7	ME	Eksploatacja silników spalinowych 1	12	0	10	0	22	4	N	
7	ME	Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	15	0	12	0	27	2	N	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	ME	Materiały eksploatacyjne	12	0	9	0	21	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	ME	Systemy sterowania silników	15	0	12	0	27	5	T	
7	ME	Teoria silników spalinowych	12	9	0	0	21	3	N	
7	ME	Układy zasilania silników spalinowych 1	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 7			113	9	80	0	202	26	2	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	ME	Seminarium dyplomowe PS	0	0	0	15	15	2	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	15	55	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			770	287	349	94	1500	210	17	9

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

3.15.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	12

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	30.50 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3.50 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	508 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	37
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	22 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	14
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	121 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	7
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	219 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	18
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	207 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=334&C=2021>

3.15.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=334&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne Główne nurty i kierunki w etyce Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne Materialne etyki wartości kontra proceduralizm Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla 	

zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. • Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. • Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa.	
Budowa samochodów 1	K_W06, K_W09, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja samochodów. Główne zespoły samochodu. Konstrukcja ram i nadwozi samochodów. • Budowa kół i opon. • Rodzaje układów napędowych. Budowa samochodowych sprzęgieł ciernych. • Mechaniczne skrzynki biegów. • Sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne. • Automatyczne skrzynie biegów. • Wały napędowe, półosie i przeguby. • Mosty napędowe. Przekładnie główne i mechanizmy różnicowe. • Układ hamulcowy. Hamulce bębnowe i tarczowe. Układy uruchamiające hamulce: mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne i mieszane. • Urządzenia wspomagające hamowanie. Korektory sił hamowania. Hamulcowy układ zapobiegający blokowaniu kół ABS. • Układ kierowniczy. Mechanizmy zwrotnicze. Przekładnie kierownicze. • Układy wspomagania w mechanizmach kierowniczych. • Zawieszenie samochodu. Ruch drgający zawieszenia i jego oddziaływanie na człowieka. Rodzaje zawiesznień. Podstawowe cechy poszczególnych rodzajów zawiesznień. • Budowa zawieszzenia – elementy prowadzące, elementy sprężyste, amortyzatory. • Bezpieczeństwo czynne i bierne pojazdu. • Wprowadzenie. Zapoznanie się z głównymi zespołami pojazdu samochodowego. • Budowa ram i nadwozi. • Budowa kół i ogumienia. • Sprzęgła cierne jedno i wielopłytkowe. • Budowa skrzynki biegów dwuwałkowej. • Budowa skrzynki biegów trójwałkowej. • Budowa skrzynek biegów hydromechanicznych. • Budowa wału, mostu napędowego i mechanizmu różnicowego. • Budowa hydraulicznego układu hamulcowego. • Budowa pneumatycznego układu hamulcowego. • Budowa układu kierowniczego. Przekładnie kierownicze. • Budowa układu kierowniczego. Mechanizmy zwrotnicze. • Budowa zawieszzenia. Elementy sprężyste i wodzące. • Budowa zawieszzenia. Amortyzatory. • Projektowanie wybranych podzespołów samochodów: sprzęgła, skrzynie biegów, układy hamulcowe, zawieszzenia. 	
Diagnostyka samochodów 1	K_W03, K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U14, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Przedmiot, istota i zadania diagnostyki technicznej pojazdów samochodowych. Klasyfikacja i charakterystyka parametrów diagnostycznych. Stany diagnostyczne. Proces diagnozowania i procedury diagnostyczne. • Aparatura i urządzenia stosowane w diagnostyce pojazdów samochodowych. • Diagnostyka układów napędowych i silników spalinowych pojazdów samochodowych. • Diagnostyka bezpieczeństwa (ocena stanu technicznego układów hamulcowych, kierowniczych, zawieszzenia i oświetlenia). • Współczesne technologie w diagnostyce pojazdów samochodowych. 	
Ekologia	K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia, zakres i prawa ekologii. Czynniki ekologiczne. Ekologia populacji. Charakterystyka ekosystemu. Ekologia wód słodkich. Ekologia morza. Ekologia środowisk lądowych. Bariery rozwoju cywilizacji. Charakterystyka zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb. Promieniowanie jonizujące i efekt cieplarniany. Problemy demograficzne świata. Wpływ zanieczyszczeń na zdrowie człowieka. Choroby cywilizacyjne. Ekorozwój i ekologiczny model rozwoju. Badania zagrożeń środowiska – monitoring i edukacja ekologiczna. Test zaliczeniowy. 	
Eksploatacja silników spalinowych 1	K_W05, K_W10, K_U01, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do eksploatacji silników spalinowych. Tarcie w elementach silników. Smarowanie elementów silnika. Procesy zużywania metalowych elementów silnika. Ustalanie przyczyn uszkodzenia silnika. Analiza uszkodzeń układu korbowego silnika i układu rozrządu. Analiza uszkodzeń kadłuba, cylindrów i głowicy silnika. Obsługa techniczna silnika. • Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ESS. Weryfikacja kadłuba i głowicy, naprawa metodą ślusarską i frezowania. Montaż i demontaż grupy zaworowej. Kontrola i weryfikacja wałka rozrządu. Kontrola i weryfikacja układu korbowo-tłokowego. Zaliczenie ćwiczeń. <p>Wykorzystanie aparatu czterokulowego do oceny smarności oleju silnikowego</p>	
Elektrotechnika i elektronika samochodowa 1	K_W05, K_W08, K_U08, K_U14, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instalacje elektryczne w pojazdach samochodowych. Akumulatory rozruchowe. Alternatory. Rozruszniki elektryczne. Układy zapłonowe. Elementy układów zapłonowych. Elektroniczne systemy wtrysku benzyny. Elementy układu wtryskowego (pompy paliwa, wtryskiwacze, przepływomierze, czujniki). Elektroniczne systemy wtryskowe silników wysokoprężnych. Oświetlenie i sygnalizacja świetlna pojazdu. Urządzenia kontrolno-pomiarowe (układ kontroli poziomu paliwa, prędkości obrotowej silnika, prędkości jazdy, temperatury cieczy chłodzącej, ciśnienia oleju). • Badanie akumulatorów. Badanie alternatorów. Badanie rozruszników samochodowych. Badanie elementów układu zapłonowego. Badanie elementów oświetlenia pojazdu. Badanie aparatury kontrolno-pomiarowej. 	
Fizyka 1	K_W02, K_U01
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. • Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. • Podstawowe prawa elektromagnetyzm. Fale elektromagnetyczne 	
Fizyka 2	K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego • Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne • Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu • Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego • Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste • Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej). • Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina • Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne • Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów • Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki • Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej • Widmo atomowe • Przepływ ciepła w metalach i stopach • Przewodnictwo elektryczne metali i stopów • Właściwości magnetyczne metali i stopów • Zjawiska termoelektryczne • Przemiany fazowe ze stanu ciekłego w stan stały 	
Grafika inżynierska 1	K_W06, K_U01, K_U13

<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). • Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przebicia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). • Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie. • Wielościanny. Rzuty wielościannów. Przekroje wielościannów. Przenikanie wielościannów. Powierzchnie: Powierzchnie obrotowe (walcowe i stożkowe). Przekroje powierzchni obrotowych. Przenikanie powierzchni z wielościannami. • 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 dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. • Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. • Sprawdzian - część 2 (elementy 	
wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcienu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna - przenikanie dwóch walców.	
Grafika inżynierska 2	K_W06, K_U01, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. • Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). • Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. • Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. • Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. • Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. • Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. • Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie danego rysunku w programie AutoCAD. 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<ul style="list-style-type: none"> • Definicja i rodzaje maszyn, Wielkości charakterystyczne maszyn, Przepływ informacji, energii i materiałów w maszynie, Cechy techniczno-użytkowe maszyny. Układ funkcjonalny maszyny Układ roboczy maszyny, Kształtowanie powierzchni, Ruchy w maszynie, Podział ruchów, Ruchy kształtowania, Ruchy podziałowe, Ruchy nastawcze, Ruchy skrawania, Układ kształtowania maszyny, Układ konstrukcyjny maszyny, Podstawowe zespoły maszyny, Zespoły zabezpieczające i ochronne maszyny, Układ kinematyczny maszyny. • Przeznaczenie, cechy charakterystyczne i podział obrabiarek. Tokarki: Przeznaczenie i podział tokarek, Tokarki kłowe, Tokarki uchwytowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierki do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwiedniowe, Metody szlifowania uzębienia kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka obwiedniowa do kół zębatach CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<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. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. • Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. • Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej. 	

Matematyka 2	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. 	
Materiały eksploatacyjne	K_W05, K_U01, K_U08, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne – klasyfikacja i rodzaje paliw. Powstawanie paliw węglowodorowych – przeróbka ropy naftowej. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie wymuszonym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Konwencjonalne paliwa do silników o zapłonie samoczynnym – właściwości, wymagania i ocena parametrów fizykochemicznych. Paliwa alkoholowe, gazowe i roślinne. Powstawanie, właściwości i klasyfikacja olejów smarowych. Smary plastyczne. Płyny hamulcowe. Płyny do układów chłodzenia. Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP w laboratorium ME. Oznaczanie prężności par nasyconych benzyny silnikowej. Pomiar temperatury zapłonu paliw. Pomiar temperatury mętnienia i zablokowania zimnego filtra dla oleju napędowego. Wyznaczanie lepkości dynamicznej i kinematycznej paliw. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz Odształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo Metody badawcze w metaloznawstwie Podstawy metalografii ilościowej Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne Metaliczne materiały spiekane Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej 	
Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ściślność płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirów. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Parcie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy. 	
Mechanika techniczna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statycznie rozwiązalne i przeszywnione. • Wektor momentu siły względem bieguna i osi, analityczny zapis, przykłady. Moment siły wypadkowej. Moment ogólny układu sił, zmiana bieguna momentu. • Para sił, twierdzenia o parach sił. Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Więzy typu utwierdzenie, obciążenie skupione i rozłożone. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. 	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<p>Mechanika techniczna 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. 	K_W08, K_W20, K_U08
<p>Miernictwo i systemy pomiarowe</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<p>Napęd i sterowanie maszyn</p> <ul style="list-style-type: none"> • Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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 	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<p>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>Obróbka skrawaniem i narzędzia</p>	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, płutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernicze. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów - kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkółowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniczej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<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 	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<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. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<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. • 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W04, K_U06, K_U08, K_K03

<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. 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 	
<p>prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Bezzłączowe elementy półprzewodnikowe. Złącze p-n. Diody półprzewodnikowe. • Tranzystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Tyrystor - rodzaje, właściwości, zastosowania. Wzmacniacze. Elementy optoelektroniczne. • Bramki logiczne oraz wykorzystanie bramek logicznych w projektowaniu prostych układów cyfrowych. • Wprowadzenie do techniki mikroprocesorowej. Podstawy tworzenia schematów ideowych i płytek drukowanych.</p>	
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 1</p>	<p>K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 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 śrub • Połączenia sprężyste- klasyfikacja połączeń, sprężyny metalowe charakterystyki sprężyn, stanu naprężenia i odkształcenia w sprężynach śrubowych, zasady projektowania sprężyn śrubowych. Gumowe łączniki sprężyste, rodzaje, zastosowanie, zasady doboru. • Osie i wały: klasyfikacja osi i wałów, obciążenia, zasady konstrukcji osi i wałów, obliczenia wytrzymałościowe i sztywnościowe osi i wałów. • Łożyska toczne: klasyfikacja łożysk, budowa podstawowych rodzajów łożysk, naprężenia kontaktowe, pojęcie nośności spoczynkowej i ruchowej łożyska, dobór łożysk tocznych z katalogów; zasady osadzania, smarowania i uszczelniania łożysk tocznych. • Łożyska ślizgowe: tarcie w łożyskach, rodzaje łożysk, zasady projektowania i doboru, rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. 	
<p>Podstawy konstrukcji maszyn 2</p>	<p>K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
<p>Podstawy technologii maszyn</p>	<p>K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Proces produkcyjny i proces technologiczny, typy produkcji • Normowanie procesów technologicznych • Półfabrykaty części maszyn. Naddatki na obróbkę • Zasady ustalania części podczas obróbki • Dokładność obróbki części maszyn • Omówienie zasad BHP, Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatakach • Błędy obróbki partii przedmiotów 	
<p>Praktyka przemysłowa</p>	<p>K_W18, K_U11, K_K02, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
<p>Przeróbka plastyczna</p>	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>
<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 polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. • Hutnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsisk lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. • Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciągnięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zgniatanie 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 naczyńia 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>Przetwórstwo tworzyw sztucznych</p>	<p>K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03</p>

<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 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 	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
Seminarium dyplomowe PS	K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). Kryteria doboru i wykorzystania materiału źródłowego. Kryteria i warunki oceny pracy dyplomowej. • Współczesne konstrukcje i technologie w budowie pojazdów. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie silników spalinowych. Współczesne metody i procedury diagnozowania pojazdów i silników samochodowych. Diagnostyka pokładowa OBD w pojazdach samochodowych. Telematyka w eksploatacji pojazdów samochodowych. Proekologiczne rozwiązania w pojazdach samochodowych. 	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
Silniki spalinowe 1	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne. Podział i rodzaje tłokowych silników spalinowych. Zasada działania silnika tłokowego. Obiegi teoretyczne, porównawcze i rzeczywiste. Wskaźniki pracy silnika. Bilans cieplny silnika. Proces napełniania. Systemy doładowania silników tłokowych. Proces spalania. Obciążenia mechaniczne w układzie korbowo-tłokowym. Mechanika układu korbowo-tłokowego. Systemy spalania - geometria przestrzeni spalania. Budowa układu korbowo-tłokowego. Budowa układu rozrządu. Budowa układu chłodzenia. Budowa układu smarowania. Budowa układu zasilania. • Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych. Stanowisko badawcze silnika spalinowego i cechowanie hamulca. Przygotowanie silnika do badań. Badanie stopnia rozruchu silnika spalinowego. Wyznaczanie charakterystyki zewnętrznej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki obciążeniowej silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki granicy dymienia dla silnika z ZS. Wyznaczanie charakterystyki ogólnej silnika. Zaliczenie zajęć laboratoryjnych. • Wprowadzenie do zajęć – wydanie i omówienie tematów projektów. Układ korbowo-tłokowy silnika. Układ rozrządu. Systemy spalania. Układ zasilania. Układ smarowania i układ chłodzenia silnika. Zaliczenie projektów. 	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy 	K_W06, K_U01, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
Systemy sterowania silników	K_W06, K_U01, K_U16, K_U17, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Zarys rozwoju układów zapłonu i zasilania silników spalinowych. • Pojęcie sterowania. Strategie sterowania silnikiem spalinowym. Fazy pracy silnika spalinowego i właściwe im procesy zachodzące w silniku. Sterowanie silników o zapłonie iskrowym i samoczynnym w fazie rozruchu silnika. Proces nagrzewania silnika i sterowanie silnikiem w tym okresie pracy silnika. • Podstawy tworzenia mieszanki palnej w silniku o zapłonie iskrowym. Sterowanie procesem napełniania. Systemy o zmiennej geometrii układu dolotowego, sterowanie recyrkulacją spalin i doładowaniem. Sterowanie rozrządem w systemach o zmiennych fazach rozrządu. Sterowanie zapłonem. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem pośrednim. Sterowanie podawaniem paliwa w silnikach o zapłonie iskrowym z wtryskiem bezpośrednim. Tworzenie mieszanki i sterowanie procesem podawania paliwa w silnikach wysokoprężnych. Sterowanie silnikiem w fazie hamowania i układem pochłaniania par paliwa. • Sterowniki, układy wykonawcze w silnikach ZI i ZS i transmisja danych między układami elektronicznymi. Procedury awaryjne sterowania silnikiem i układy OBD. • Wyznaczanie charakterystyki czujnika indukcyjnego prędkości obrotowej. Wyznaczanie charakterystyki czujników temperatury cieczy i powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia przepustnicy. Wyznaczanie charakterystyki czujnika ciśnienia bezwzględne powietrza. Wyznaczanie charakterystyki przepływomierza powietrza. Wyznaczanie charakterystyki czujnika położenia pedału przyspieszenia. 	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne - klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące - sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych - wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologia samochodów	K_W06, K_W09, K_W14, K_U01, K_U08, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Zasady ogólne opracowania procesów technologicznych. Dobór oprzyrządowania i obrabiarek, procesy technologiczne. Techniki wytwarzania wybranych mechanizmów podwozia i silnika. Techniki wytwarzania nadwozi (kadłubów): blachy cienkie, technologiczność nadwozi samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów. Spajanie części nadwoziowych, techniki wytwarzania płyt nadwoziowych. Technologia przegubów kulistych. Wymagania i metody badania. Technologia amortyzatora hydraulicznego. Wymagania i badania. Technologia układu hamulcowego ciernego. Technologia pierścieni tłokowych. Technologia tłoków. Technologia cylindrów i przewodników zaworowych. Montaż pojazdów. Technologia klejenia autobusu. Automatyzacja, mechanizacja i robotyzacja. Wspomaganie komputerowe wytwarzania zgodnego z zasadą logistyki w zakładzie typu organizacyjno-inżynierskiego. Elastyczne systemy technologiczne. Organizacja i uruchomienie produkcji samochodów (kooperacja, organizacja zakładu głównego, ciągłość przepływu produkcji, transport wewnętrzny, przygotowanie techniczne, uruchomienie produkcji, wytwarzanie prototypów). Kontrola i badania jakości. Jakość samochodów według QS 9000. 	
Teoria silników spalinowych	K_W04, K_U01, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Uwarunkowania stosowania paliw konwencjonalnych i alternatywnych w tłokowych silnikach spalinowych. Proces tworzenia mieszaniny palnej i spalania w silniku o zapłonie wymuszonym. Proces tworzenia mieszaniny palnej i spalania w silniku o zapłonie samoczynnym. Analiza przebiegu wywiązywania ciepła w silniku. Obliczanie przebiegu wywiązywania ciepła za pomocą formuły Wibego. Obciążenie cieplne silnika tłokowego. Metodyka obliczania przebiegu zmian temperatury czynnika roboczego. Metodyka doładowania silników spalinowych. Wykorzystanie teorii podobieństwa do modelowania procesów zachodzących w silniku. • Wprowadzenie do zajęć. Wykorzystanie wskaźników pracy silnika do obliczeń jego podstawowych parametrów. Komputerowe obliczenia przebiegu zmian ciśnienia i temperatury w cylindrze silnika ZS w funkcji kąta OWK na podstawie przebiegu spalania wyznaczonego funkcją Wibego. Wykorzystanie zależności Leidemana do obliczeń orientacyjnego przebiegu charakterystyki zewnętrznej silnika. Komputerowe obliczenia wpływu strategii wtrysku na parametry silnika o ZS typu DI. Analiza wyników obliczeń i zaliczenie ćwiczeń. 	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Podstawy termodynamiki fenomenologicznej; pojęcia podstawowe: system substancjalny, jego stan i zmiany stanu. 2. Działania mechaniczne; równowaga, zjawiska quasistatyczne, praca, obiegi, działania termiczne - ciepło. Zasada Zachowania Energii, I Zasada Termodynamiki, Zerowa Zasada Termodynamiki, źródła ciepła. 3. Zjawiska niequasistatyczne. II Zasada Termodynamiki, odwracalny obieg Carnota, perpetuum mobile II rodzaju, odwracalność. Entropia i jej właściwości; zachowanie się entropii w zjawiskach nieodwracalnych. Skale temperatury. 4. Gaz doskonały; Zasada stanu, termiczne i kaloryczne równanie stanu i pochodzenie równań stanu. Najprostsze przemiany gazowe i ich wykresy w układzie p-v oraz T-s. 5. System otwarty substancji czystej, entalpia, tożsamości termodynamiczne. Urządzenia przepływowe, praca techniczna. Dławienie. 6. System zamknięty wieloskładnikowy, wielofazowy; udziały składników, warunki równowagi fazowej, reguła faz Gibbsa. Mieszanki gazowe; prawo Daltona, ciśnienie cząstkowe, termiczne i kaloryczne równanie stanu mieszanin. 7. System substancji czystej; analiza zjawiska izobarycznego - pojęcia podstawowe, wykresy, np.: T-h, T-p, p-v, T-s, lg p-h. Para nasycona; stopień suchości. Wykres h-s, tablice. 8. Gazy wilgotne; określenie stanu. Punkt rosy. Wykres i-X. Problemy: obliczanie objętości, ogrzewanie lub chłodzenie izobaryczne przy X=const. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu - sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego - sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki - pojęcia podstawowe: otoczenie bierne, egzergia źródła substancji. Ocena: dławienia, atermicznych maszyn wirnikowych (turbiny i sprężarki). Prawo Gouy'a - Stodoli. Analiza prawobieżnych urządzeń obiegowych na przykładzie silowni gazowych; obieg Joule'a i jego sprawność termiczna. 13. Siłownia 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. 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 ciśnienia - sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia - cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury - cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury - wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty. 8. Pomiar wilgotności powietrza 	

Układy zasilania silników spalinowych 1	K_W05, K_W08, K_U01, K_U08, K_K01, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Rola i zadania układów zasilania silników spalinowych. Układy zasilania silników o zapłonie iskrowym - kryteria podziału i klasyfikacja. Zintegrowane systemy paliwowe i zapłonowe. Układy zasilania silników o zapłonie samoczynnym - kryteria podziału i klasyfikacja. Rodzaje i budowa pomp wtryskowych. Rodzaje i budowa wtryskiwaczy. Rodzaje i budowa pompowtryskiwaczy. Wysokociśnieniowe systemy wtrysku paliwa (m.in. Common Rail, HEUI, CELECT). Alternatywne źródła napędu samochodów. Tendencje rozwojowe układów zasilania silników spalinowych Pomiar skuteczności oczyszczania, chłonności i oporów przepływu wkładów filtrów powietrza. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego benzyny. Pomiar wydatku wtryskiwacza silnika z zapłonem iskrowym. Pomiar parametrów pracy układu wtryskowego silnika wysokoprężnego. Ocena parametrów wtryskiwacza silnika z zapłonem samoczynnym. Ocena parametrów pompy wysokiego ciśnienia układu Common Rail. 	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<ul style="list-style-type: none"> Podsztatowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a Skręcanie prętów o przekroju kołowym - analiza naprężeń i odkształceń Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. Hipotezy wyłączenia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych 	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha Linie ugięcia belek - metoda analitycznowykreslna Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne. 	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czystsza produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. Test Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. Opracowanie wybranej procedury SZŚ. Prezentacja i zaliczenie 	

3.16. Programowanie i automatyzacja obróbki, niestacjonarne

3.16.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	69 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	167 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.	8 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	70 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	2 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	0 godz.

Szczegółowe informacje o:


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

4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=336&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

3.16.2. Plan studiów

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

5	DJ	Język obcy 3	0	20	0	0	20	2	N	
5	MO	Obróbka skrawaniem i narzędzia	18	0	17	0	35	4	T	
5	MA	Podstawy automatyki i robotyki	17	9	10	0	36	5	N	
5	MK	Podstawy konstrukcji maszyn 2	22	0	5	15	42	6	T	
5	MP	Przeróbka plastyczna	9	0	9	9	27	3	N	
5	MD	Termodynamika techniczna	15	10	15	0	40	5	T	
Sumy za semestr: 5			81	39	56	24	200	25	3	1
6	DJ	Język obcy 4	0	20	0	0	20	3	T	
6	ML	Mechanika płynów	10	9	8	0	27	3	N	
6	MO	Napęd i sterowanie maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MO	Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	10	0	0	10	20	3	N	
6	MT	Podstawy technologii maszyn	14	0	7	0	21	4	N	
6	MO	Programowanie maszyn CNC 1	15	0	25	0	40	4	T	
6	MO	Systemy CAM	0	0	40	0	40	3	N	
6	MO	Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	10	0	15	0	25	3	N	
Sumy za semestr: 6			73	29	102	10	214	27	2	0
7	MO	Maszyny sterowane NC	17	0	13	0	30	5	T	
7	MO	Maszyny technologiczne	14	0	7	0	21	3	N	
7	MO	Optymalizacja technologii obróbki	10	0	20	0	30	2	N	
7	MO	Podstawy MES	9	0	15	0	24	2	N	
7	MX	Praktyka przemysłowa	0	0	0	0	0	2	N	
7	MO	Programowanie maszyn CNC 2	0	0	40	0	40	3	N	
7	MO	Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	10	0	20	0	30	4	T	
7	MO	Zaawansowane systemy CAD/CAM	0	0	40	0	40	5	N	
Sumy za semestr: 7			60	0	155	0	215	26	2	0
8	ZH	PH1:Etyka zawodowa	30	0	0	0	30	4	N	
8	MT	Ochrona własności intelektualnej	10	0	0	0	10	1	N	
8	MX	Praca inżynierska	0	0	0	0	0	15	N	
8	MO	Seminarium dyplomowe PiAO	0	0	0	15	15	2	N	
Sumy za semestr: 8			40	0	0	15	55	22	0	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			695	278	465	86	1524	210	16	9

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

3.16.3. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

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

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	16
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	11
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	2
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	29 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	458 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	38
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	30 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	2.25 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	157 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	29
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	16
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	141 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	6
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	154 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	17
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	195 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL:

<http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=336&C=2021>

3.16.4. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?lng=PL&W=M&K=M&TK=html&S=336&C=2021>, które stanowią integralną część programu studiów.

PH1: Etyka zawodowa	K_W11, K_W20, K_U01, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Główne pojęcia i zagadnienia etyki techniki i etyki inżynierskiej. Wprowadzenie Etyka jako nauka. Uwagi metodologiczne Główne nurty i kierunki w etyce Problemy legitymizacyjne w etyce. Główne standardy legitymizacyjne Materialne etyki wartości kontra proceduralizm Etyki deontologiczne kontra konsekwencjalizm Problemy operacjonalizacyjne w etyce. Kryteria empiryczne bez błędu naturalistycznego Operacjonalizacja w wersji klasycznej (praktyczny sylogizm), w wersji utylitarystycznej i koherencyjnej Koncepcja koherencyjna oceny etycznej. Test deontologiczny, szacowanie skutków i analiza dystrybucyjna Problemy implementacyjne etyki. Normy etyczne w procesach normalizacyjnych Wytyczna Zrzeszenia Inżynierów Niemieckich VDI 3780 "Wartościowanie techniki" Wprowadzenie do oceny technologii. Modele ekspertowe kontra modele partycypacyjne w społecznym kształtowaniu technologii Ocena technologii w Polsce, w Europie i na świecie. Klasyczna koncepcja OTA i przykłady udanych realizacji Problemy etyki zawodowej. Programy etyczne, kodeksy etyczne i inne inicjatywy etyczne przedsiębiorstw i zrzeszeń branżowych Struktura zawodowego kodeksu etycznego. Kodeks FEANI, przegląd najważniejszych kodeksów etycznych dla inżynierów. Elementy netykiety 	
BHP i ergonomia	K_W04, K_W11, K_W12, K_W16, K_U10, K_U11, K_U13, K_U19, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> Definicja, przedmiot oraz zakres badań bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii: - rys historyczny rozwoju bezpieczeństwa pracy i ergonomii, - cele działań ergonomicznych i teorii bezpieczeństwa, - ergonomia jako wiedza interdyscyplinarna, - ergonomia warunków pracy, ergonomia wyrobów i makroergonomia, - ergonomia koncepcyjna i korekcyjna, - najnowsze trendy ergonomii, - statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo i higiena pracy w uczelniach wyższych: - pojęcie i charakterystyka bezpieczeństwa i higieny pracy w układach społeczno-technicznych. Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy: - istota układu człowiek – technika, układu człowiek – praca, układu człowiek – maszyna – otoczenie, - osobowość jako zespół dyspozycji, - wpływ motywu na sprawność działania, - wskaźniki niezawodności pracy operatora, - fizjologiczna krzywa pracy, - stres psychospołeczny w pracy. Ocena zagrożeń warunkami szkodliwymi dla zdrowia, uciążliwymi i niebezpiecznymi: - czynniki ryzyka związane z procesem i warunkami pracy, - zarządzanie ryzykiem zawodowym, - makromodele w analizie ryzyka, - ocena ryzyka zawodowego. Organizacja stanowisk pracy z komputerami oraz innymi urządzeniami i maszynami: - antropometria i biomechanika, - metody projektowania ergonomicznego, projektowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy operatora na przykładzie stanowiska komputerowego, - ergonomia produktu informatycznego. Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożeń (pożaru, awarii itp.) w tym udzielanie pomocy przedlekarskiej w razie wypadku: - model wypadku, metody badania wypadków, okoliczności wypadków, postępowanie powypadkowe, - pierwsza pomoc przedlekarska, - ochrona przeciwpożarowa. 	<p>K_W11, K_U10, K_U13, K_U19, K_K01, K_K02, K_K05</p>
<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. Test zaliczeniowy. 	
<p>Fizyka 1</p>	<p>K_W02, K_U01</p>
<ul style="list-style-type: none"> Dynamika układów punktów materialnych. Praca, energia, moc. Zasady zachowania. Drgania i fale mechaniczne. Podstawy akustyki. Podstawowe prawa elektromagnetyzmu. Fale elektromagnetyczne 	
<p>Fizyka 2</p>	<p>K_W02, K_W07, K_U04, K_U08, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy elektronowej teorii ciała stałego. Klasyczny gaz elektronowy. Teoria Drudego Podstawy eksperymentalne mechaniki kwantowej; zjawisko fotoelektryczne Efekt Comptona, fale de Broglie'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie Schrödingera, budowa atomu Gaz elektronowy Fermiego; powierzchnia Fermiego Wiązania krystaliczne. Sieć krystaliczna. Kryształy rzeczywiste Elektrony w potencjale okresowym (sieci krystalicznej) Dyfrakcja elektronów – strefy Brillouina Teoria pasmowa ciała stałego. Pasma energetyczne Wpływ struktury elektronowej na właściwości materiałów Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i nadprzewodniki Fazy krystaliczne; równowaga fazowa, wykresy równowagi fazowej Widmo atomowe 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</p>	<p>K_W06, K_U01, K_U13</p>
<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 dwu prostych. Obraz płaszczyzny, płaszczyzna w położeniach szczególnych. Elementy przynależne (przynależność punktu i prostej, przynależność prostej i płaszczyzny, właściwości prostych głównych płaszczyzny, przynależność punktu i płaszczyzny). Elementy wspólne (punkt wspólny dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny, punkt przecięcia płaszczyzny prostą i określenie widoczności prostej). Obroty i kłady. Obrót dokoła prostej rzutującej. Kład i podniesienie z kładu. Powinowactwo 	
<p>osiowe układów płaskich. Wyznaczanie rzeczywistych wielkości figur. Rzuty prostokątne na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie.</p> <ul style="list-style-type: none"> Wielościany. Rzuty wielościanów. Przekroje wielościanów. Przenikanie wielościanów. Powierzchnie: 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 dwu prostych, prosta wspólna dwu płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Sprawdzian - część 1 (elementy proste, elementy przynależne). Elementy wspólne cd. Kłady. Sprawdzian - część 2 (elementy wspólne, kłady). Rzuty prostokątne na ściany sześcianu (na podstawie rysunku aksonometrycznego). Praca kontrolna – przenikanie dwóch walców. Przekroje proste (na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych). 	
<p>Grafika inżynierska 2</p>	<p>K_W06, K_U01, K_U13</p>
<ul style="list-style-type: none"> Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Tolerancje wymiarów. Tolerancje geometryczne. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej. Gwinty i połączenia gwintowe. Śruby i połączenia śrubowe. Połączenia wpustowe i wielowypustowe. Połączenia nierozłączne (nitowe, spawane, zgrzewane, lutowane, klejone). Rysunki wykonawcze części maszyn: tarcze, tuleje, korpusy. Wały maszynowe z łożyskowaniem. Uszczelnienia. Koła zębate i przekładnie zębate. Przekładnie pasowe i łańcuchowe. Schematy mechaniczne, elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne, cieplne, chemiczne. Zaliczenie treści wykładowych. Wykonanie przekroju złożonego (stopniowy/łamany) na podstawie rzutów prostokątnych części maszynowej. Wprowadzenie wymiarowania. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji wymiarów. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. Praca kontrolna - połączenia śrubowe. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: wał maszynowy. Wykonanie rysunku wykonawczego na podstawie modelu lub rysunku złożeniowego: koło zębate. Graficzny zapis konstrukcji w programie AutoCAD. Nauka tworzenia dokumentacji płaskiej. Podstawowe elementy rysunku i jego modyfikacje. Kolokwium zaliczeniowe - wykonanie danego rysunku w programie AutoCAD. 	
<p>Maszyny sterowane NC</p>	<p>K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U08, K_U09, K_U15, K_U17</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC • Czynności eksploatacyjne i czynności związane z budową obrabiarek CNC, trendy rozwojowe w obróbce, teoria ustawiania obrabiarek CNC, dokumentacja techniczna obrabiarek CNC, rozwiązywanie zadań obliczeniowych dotyczących ustawiania obrabiarek CNC • Korpusy obrabiarek, modułowa budowa obrabiarek, omówienie wzorów strukturalnych dotyczących kinematyki obrabiarek • Połączenia przewodnicowe w obrabiarkach CNC rozwiązania konstrukcyjne i zasady doboru • Napędy główne w obrabiarkach CNC - rozwiązania konstrukcyjne wrzecion, technologiczne aspekty eksploatacji wrzecion, zasady wyboru rodzaju wrzeciona • Napędy osi posuwowych - rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne aspekty eksploatacji napędów osi posuwowych, zasady wyboru napędu • Sterowanie obrabiarek CNC (struktura układu sterowania numerycznego, programowanie, trendy rozwojowe) • Układy sensoryczne (klasyfikacja, zastosowanie, wybrane rozwiązania konstrukcyjne) • Badania obrabiarek CNC • Możliwości technologiczne obrabiarek CNC, nowe konstrukcje, obrabiarki hybrydowe, prace badawcze dotyczące obrabiarek • Rozwiązywanie zadań na temat obrabiarek • Podsumowanie i omówienie pytań na egzamin. • Ustawianie obrabiarek - ustawianie tokarki, ustawianie frezarki, ustawianie szlifierki, pomiar narzędzi. Ćwiczenia mają na celu poznanie interfejsu układu CNC bez szczegółowego omawiania konfiguracji tokarek, frezarek i szlifierek. • Oprzyrządowanie technologiczne na obrabiarkach - zasady eksploatacji. • Programowanie dialogowe i uruchomienie programów na wybranych obrabiarkach CNC. • Opracowanie planu przeglądów obrabiarki. • Badanie dokładności maszyn CNC. • Konfiguracja i obsługa oprzyrządowania stosowanego na tokarkach i frezarkach CNC. • Wykonanie badań dotyczących wybranych zagadnień budowy i eksploatacji obrabiarek CNC i opracowanie ich wyników (pomiar rozkładu temperatury lub pomiar drgań lub pomiar dokładności wymiarowo-kształtowej obrobionego przedmiotu z zastosowaniem głowic pomiarowych). 	
Maszyny technologiczne	K_W10, K_W13, K_W14, K_U14, K_U15, K_U19
<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 uchwytowe, Tokarki karuzelowe, Przeznaczenie i podział wiertarek, Wiertarki stołowe, Wiertarki słupowe, Wiertarki stojakowe, Wiertarki promieniowe, Wytaczarki i wytaczarko-frezarki: Wytaczarki, Wytaczarko-frezarki. Frezarki: Przeznaczenie i podział frezarek, Frezarki wspornikowe, Frezarki bezwspornikowe. • Przecinarki: Cechy charakterystyczne, Przecinarki ramowe, Przecinarki taśmowe, Przecinarki tarczowe. Strugarki i dłutownice. Szlifierki: Charakterystyka i rodzaje szlifierek, Szlifierek do wałków kłowe, Szlifierki do wałków bezkłowe, Szlifierki do otworów, Szlifierki do płaszczyzn, Obrabiarki erozyjne: Charakterystyka obróbki erozyjnej, Obrabiarki elektroerozyjne, Obrabiarki ultradźwiękowe. • Obrabiarki do uzębień: Charakterystyczne cechy kształtowania uzębienia, Metody obróbki uzębienia kół walcowych, Dłutownice Maaga, Dłutownice Fellowsa, Frezarki obwodniowe, Metody szlifowania uzębienia kół walcowych, Szlifierki Nilesa, Szlifierki Maaga, Charakterystyka i metody obróbki kół stożkowych, Strugarki i frezarki Gleasona. • Obrabiarki sterowane numerycznie: Cechy charakterystyczne, programowanie, Tokarki CNC, Frezarki CNC • Tokarka pociągowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. Frezarka wspornikowa uniwersalna: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja • Frezarka obwodniowa do kół zębatych CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, eksploatacja. • Tokarka sterowana CNC: budowa, wyposażenie normalne i specjalne, możliwości technologiczne, programowanie, eksploatacja. 	
Matematyka (metody numeryczne) 3	K_W01, K_U02, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie. Środowiska programistyczne do obliczeń numerycznych. Podstawy programowania zagadnień numerycznych. • Wprowadzenie do metod numerycznych algebry liniowej. Podstawowe operacje macierzowe. Zasadnicze informacje dot. rozwiązywania układów równań liniowych i uwarunkowania zadań obliczeniowych. Wybrane iteracyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. • Interpolacja funkcji - wprowadzenie. Podstawowe metody interpolacji funkcji. Aproksymacja funkcji - wprowadzenie. • Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja liniowa funkcji jednej zmiennej. Podstawowe metody obliczania pierwiastków algebraicznych równań nieliniowych. • Podstawowe metody obliczania całki oznaczonej. Podstawowe metody numerycznego rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych 1. rzędu. Analiza przyczyn błędów obliczeń. • Programy obliczeń wybranych zagadnień algebry liniowej. Programy odczytu i wstępnego przetwarzania danych pomiarowych. • Programy liniowej interpolacji funkcji zadanych w sposób dyskretny. • Tworzenie procedur numerycznych i przekazywanie danych między procedurami. 	
Matematyka 1	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Zbiory liczbowe. Równania i nierówności kwadratowe. Działania na potęgach. Wyrażenia algebraiczne. Zbiór liczb zespolonych: definicja i podstawowe własności, postać algebraiczna i trygonometryczna liczby zespolonej, wzór de Moivre'a. • Funkcje. Własności funkcji. Ciągi. Granica funkcji. • Pochodna funkcji. • Badanie przebiegu zmienności funkcji. • Elementy geometrii analitycznej. Wektory, działania na wektorach. • Macierze i układy równań liniowych: działania na macierzach, wyznacznik i jego 	
<p>własności, rząd macierzy, twierdzenie Kroneckera-Capelliego, układy równań liniowych. • Całka nieoznaczona. Metody obliczania całek nieoznaczonych. Całkowanie podstawowych klas funkcji. • Całka oznaczona. Całka niewłaściwa. Geometryczne zastosowania całki oznaczonej.</p>	
Matematyka 2	K_W01, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych. • Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Określenie całki podwójnej i potrójnej. Całki iterowane. • Równania różniczkowe zwyczajne. Zagadnienie Cauchy'ego. Podstawowe typy równań: o zmiennych rozdzielonych, liniowe, Bernoulliego oraz metody ich rozwiązywania. Równania różniczkowe wyższych rzędów. 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 1	K_W04, K_U01, K_U06, K_U13
<ul style="list-style-type: none"> • Budowa wewnętrzna materiałów metalicznych; krystalografia, budowa idealna i rzeczywista • Termodynamika stopów; równowaga fazowa, rodzaje faz • Odkształcenie plastyczne metali i stopów, zgniot, rekrytalizacja • Stopy żelaza z węglem; wykres równowagi, składniki fazowe i mikrostrukturalne • Stal niestopowa. Staliwo. Żeliwo • Metody badawcze w metaloznawstwie • Podstawy metalografii ilościowej • Badania makroskopowe i nieniszczące materiałów metalicznych • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa 	
Materiały konstrukcyjne i podstawy obróbki cieplnej 2	K_W04, K_W07, K_U01, K_U06, K_U10, K_U13

<ul style="list-style-type: none"> • Stal stopowa. Stal konstrukcyjna, maszynowa, narzędziowa, o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych • Stopy metali nieżelaznych. Miedź i jej stopy. Stopy aluminium. Stopy niklu i tytanu. Stopy specjalne • Metaliczne materiały spiekane • Technologia obróbki cieplnej – podstawy teoretyczne • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna elementów maszyn i narzędzi • Wady obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej. Kontrola jakości procesów • Urządzenia do obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej • Stopy żelaza z węglem. Badania metalograficzne stali niestopowej i stopowej, staliwa i żeliwa • Badania metalograficzne stopów metali nieżelaznych • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna stopów żelaza • Obróbka cieplna stopów metali nieżelaznych 	
Mechanika płynów	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe: lepkość ciśnienie, temperatura. Ścisłość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirowe. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Zasada działania gaźnika i strumienicy. Ciśnieniowe przyrządy pomiarowe prędkości oraz kryzy: sonda Pitota, sonda Prandtla, zwężka Venturii'ego, kryza ISA, rotometr. Pancerie hydrostatyczne. Pomiar prędkości sondą Prandtla i Sondą Pitota. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływów. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wypływy swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Pomiar współczynnika strat liniowych. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyścienną. Potencjał prędkości, funkcja prądu, warunki Cauchego-Rimana, prędkość zespolona. Linie prądu i linie ekwipotencjalne. Rozwiązania podstawowe przepływu potencjalnego: przepływ płasko-równoległy, wir, źródło/upust. Dipol. Zasada superpozycji. Metody obliczenia i wizualizacji. Opływ walca kołowego cyrkulacyjny i bezcyrkulacyjny. Paradoks D'alamberta, Wzór Żukowskiego na powstawanie siły nośnej. • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Klasyfikacja przepływów. Kąt Macha. Dysza de Laval. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe: definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową. Opór falowy. 	
Mechanika techniczna 1	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Pojęcia podstawowe mechaniki. • Statyka - siła jako wielkość wektorowa, stopnie swobody ciała. • Więzy, ich rodzaje, reakcje więzów. • Aksjomaty statyki. • Zbieżny układ sił, równowaga. Metody graficzne i analityczne. • Układy statyczne rozwiązywalne i 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, przykłady. • Równowaga układu brył, przykłady. • Tarcie suche, reakcje normalne i styczne przy swobodnym zetknięciu ciał. • Hamulec klockowy i taśmowy, równowaga układu. • Tarcie toczenia, rozkład sił działających na bryłę. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, równowaga przestrzennego dowolnego układu sił. • Kinematyka punktu, opis ruchu i parametry ruchu, tor ruchu, prędkość i przyspieszenie, przykłady. • Struktura mechanizmów, wiadomości podstawowe. • Kinematyka ruchu bryły, ruch postępowy, parametry liniowe ruchu. • Ruch obrotowy bryły, parametry kołowe ruchu. • Ruch płaski bryły, prędkość i przyspieszenie wybranych punktów mechanizmów płaskich. • Rzut wektora siły na oś, analityczny zapis wektora siły, przykłady. Wektor sumy układu twierdzenie o rzucie wektora sumy, przykłady. Analityczny zapis wektora sumy, przykłady. Określenie wektora sumy dla płaskiego i przestrzennego układu sił. • Równowaga zbieżnego płaskiego i przestrzennego układu sił, przykłady. • Moment ogólny płaskiego układu sił, zmiana bieguna momentu, przykłady. • Moment ogólny przestrzennego układu sił, przykłady. • Redukcja płaskiego dowolnego układu sił, przypadki redukcji. • Równowaga płaskiego dowolnego układu sił działających na bryłę i układ brył, przykłady. • Kolokwium nr 1. • Równowaga płaskiego układu sił w przypadku występowania siły tarcia. Hamulce. • Redukcja przestrzennego dowolnego układu sił, przypadki redukcji, analogia do układu płaskiego. • Równowaga przestrzennego dowolnego układu sił, przykłady. • Środek ciężkości, przykłady, wyznaczanie położenia środka ciężkości. • Kolokwium nr 2. • Kinematyka punktu, parametryczne równania ruchu, tor ruchu, wektor prędkości, przykłady opisu ruchu punktu mechanizmu płaskiego. • Ruch postępowy i obrotowy bryły, przykłady. • Ruch płaski bryły, rozkład prędkości i przyspieszeń. 	
Mechanika techniczna 2	K_W02, K_W03, K_U09, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Dynamika ruchu punktu, zasady Newtona, dynamiczne równania ruchu punktu w różnych układach, zadanie proste i odwrotne dynamiki, przykłady. Pęd i popęd, przykłady. Zasada d'Alemberta opisu ruchu punktu, bryły i układu brył, przykłady. • Ruch drgający punktu, charakterystyki ruchu, wartości własne, drgania własne i wymuszone, przykłady. • Dynamika układów punktów materialnych, środek masy, zasady ruchu środka masy, dynamiczne równania środka masy układu, przykłady. Kręt układu względem bieguna i osi. • Geometria mas, masowe momenty bezwładności i dewiacji, główne centralne osie bezwładności. • Kolokwium. • Dynamika ruchu obrotowego bryły. Dynamiczne równania ruchu obrotowego. Dynamika ruchu toczącego się krążka, ruch płaski. • Dynamika ruchu układu brył, przykłady. • Energia kinetyczna punktu i bryły, układu brył, przykłady. • Praca elementarna i całkowita siły i układu sił. Pole potencjalne, potencjał pola, moc chwilowa. • Zasady energetyczne opisu ruchu bryły i układu brył, przykłady. 	
Miernictwo i systemy pomiarowe	K_W08, K_W20, K_U08
<ul style="list-style-type: none"> • 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.	
Napęd i sterowanie maszyn	K_W06, K_W10, K_W16, K_U07, K_U17, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> Przeznaczenie, budowa i charakterystyki mechaniczne napędów; silnik i przekładnia; przenoszenie mocy i przekształcanie ruchu; charakterystyki mechaniczne wyjściowe; model dynamiczny; rozruch i hamowanie; dynamiczny i ustalony punkt pracy napędu; obciążenie rzeczywiste i obciążenie dopuszczalne; sztywność mechaniczna napędu. • Stopniowanie i regulacja prędkości obrotowych; wykresy prędkości; regulacja prędkości w układzie otwartym i zamkniętym. • Napędy elektryczne ruchu prostoliniowego; przekładnie śrubowe toczne; zastosowanie silników regulowanych o ruchu ciągłym do regulacji i sterowania prędkości; zastosowanie silników prądu przemiennego, prądu stałego, skokowych i liniowych; budowa i charakterystyki serwonapędów ruchu prostoliniowego. • Napędy hydrauliczne; 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 skrawaniem i narzędzia	K_W07, K_W17, K_U01, K_U03, K_U12, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Proces tworzenia się wióra i zjawisko umocnienia warstwy wierzchniej. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania, płyny obróbkowe. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. 3. Warunki skrawania. Definicja i klasyfikacja warunków skrawania i kinematyka skrawania. Technologiczne i geometryczne parametry skrawania. Wpływ parametrów skrawania na proces obróbki, dobór parametrów skrawania. Metodyka prowadzenia badań naukowych. • Narzędzia skrawające. Klasyfikacja, budowa i geometria narzędzi skrawających. Przegląd tradycyjnych i nowoczesnych materiałów narzędziowych, powłoki ochronne. Zużycie i ostrzenie narzędzi. Podstawy doboru narzędzi. • Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, dłutowanie, przeciąganie. Obróbka gwintów. Obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania, możliwości technologiczne. Materiały i narzędzia ściernie. Szlifowanie wałków, płaszczyzn i otworów – kinematyka obróbki, parametry technologiczne i kinematyka obróbki. Szlifowanie bezkłowe. Ścierna obróbka powierzchniowa. • Obróbka erozyjna. Charakterystyka i zastosowanie obróbki elektroerozyjnej, laserowej, plazmowej, strugą wodną. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania. Algorytm doboru parametrów skrawania. Komputerowe wspomaganie doboru narzędzi i parametrów skrawania. • Przegląd, klasyfikacja, budowa i geometria ostrzy narzędzi skrawających. • Toczenie: kinematyka obróbki, parametry technologiczne przy toczeniu, narzędzia tokarskie, odmiany toczenia, toczenie gwintów. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Frezowanie: kinematyka i odmiany frezowania, parametry technologiczne przy frezowaniu, narzędzia frezarskie. Przygotowanie stanowiska badawczego. Prowadzenie badań. • Wiercenie, rozwiercanie, pogłębianie, gwintowanie: narzędzia, parametry technologiczne, kinematyka. • Szlifowanie kłowe wałków, szlifowanie płaszczyzn, szlifowanie otworów, kinematyka i parametry technologiczne szlifowania. Narzędzia i materiały do obróbki ścierniej. Budowa i oznaczenie ściernicy. Przygotowanie ściernicy do pracy. • Obróbka elektroerozyjna i laserowa, zastosowanie i parametry procesów. • Obróbka uzębień, frezowanie kształtowe, frezowanie obwiedniowe, kinematyka obróbki, zastosowanie, parametry technologiczne, narzędzia do obróbki uzębień. • Katalogowy i komputerowy dobór narzędzi i parametrów obróbki dla procesów toczenia, wiercenia i frezowania. 	
Ochrona własności intelektualnej	K_W11, K_W13, K_W19, K_W20, K_U01, K_K01
<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 	
Odlewnictwo i spawalnictwo	K_W07, K_U10, K_K01
<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. • Spawanie gazowe. Spawanie elektryczne elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. 	
Optymalizacja technologii obróbki	K_W05, K_W16, K_U01, K_U07

<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do technologicznych baz danych. Zastosowanie technologicznych baz danych. • Struktura i funkcjonowanie baz danych. Komputerowe katalogi narzędzi składanych i monolitycznych. • Bazy danych oprzyrządowania technologicznego struktura, obsługa, możliwości wykorzystania. • Wprowadzenie do pozyskiwanie informacji technologicznych z procesu obróbki. Wprowadzenie do metodyki badań doświadczalnych procesów skrawania. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania z katalogów narzędzi czołowych producentów. • Dobór narzędzi i parametrów skrawania z katalogów komputerowych czołowych producentów narzędzi skrawających. • Projekt z zakresu doboru narzędzi i parametrów skrawania • Wykorzystanie modeli cyfrowych oprzyrządowania technologicznego w systemach CAD/CAM z dostępnych baz części. • Dobór i definicja narzędzi i technologii obróbki w technologicznych bazach danych w systemach CAM • Tworzenie technologicznych baz danych w układach CNC. Automatyczny dobór parametrów skrawania. Pozyskiwanie wiedzy z badań doświadczalnych. • Pozyskiwanie informacji technologicznych do baz danych metodami doświadczalnymi. Prowadzenie badań doświadczalnych. 	<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
Podstawy automatyki i robotyki	K_W04, K_U07, K_U09, K_K01
<p>Wybrane problemy układów nieliniowych</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Chwytaaki: 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 sterowania (elementy pomiarowe, elementy wykonawcze, obiekt sterowany), charakterystyka statyczna, charakterystyki czasowe, charakterystyki częstotliwościowe. Modelowanie numeryczne elementów układu sterowania. • Sterowniki i regulatory, sterownik PLC, badanie procesów sterowania wybranymi obiektami. Modelowanie numeryczne układu sterowania • Stabilność układów automatycznej regulacji. Dobór regulatorów metodami eksperymentalnymi i analitycznymi. Kryteria oceny procesu sterowania. Badanie działania układu sterowania metodami symulacji numerycznej. • Budowa i elementy programowania robota przemysłowego na przykładzie manipulatora FESTO. • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - programowanie pozycji i ścieżek • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - przestrzeń robocza manipulatora, wykorzystanie układów współrzędnych globalnego, przedmiotu i użytkownika • Programowanie robotów przemysłowych w Robot Studio: - podstawy automatycznego generowania ścieżek • Zrobotyzowane gniazdo produkcyjne: konfiguracja, podstawy programowania 	
Podstawy eksploatacji i diagnostyki maszyn	K_W05, K_W09, K_W10, K_W16, K_U01, K_U04, K_U15, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe zagadnienia eksploatacji maszyn. Fazy istnienia obiektu technicznego. Wymagania eksploatacyjne. • Proces techniczny i jego składowe. Zastosowanie modeli teoretycznych do opisu eksploatacji. • Procesy starzenia maszyn. Tribologiczne procesy starzenia. Korozyjne procesy starzenia. Zmęczeniowe procesy starzenia. Erozyjne procesy starzenia. • Stan techniczny i eksploatacyjny maszyn. Uszkodzenia obiektu eksploatacji. • Diagnostyka stanu technicznego maszyn. Podstawowe założenia diagnostyki. Rodzaje badań diagnostycznych. Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. • Użytkowanie maszyn. Właściwości użytkowe maszyn. Dobór podstawowych parametrów użytkowania. Wdrażanie urządzeń do użytkowania. Dokumentacja techniczno-ruchowa maszyn. • Charakterystyka obsługiwanie maszyn. Obsługiwanie maszyn. Utrzymanie maszyn w ruchu. Obsługa, remont, konserwacja, modernizacja. Cykl remontowy. Obsługiwanie orzechowywanych maszyn. • Technologia remontów, napraw i regeneracji. Proces technologiczny remontu maszyn. Charakterystyka faz procesu technologicznego remontu. • Niezawodność i trwałość maszyn. Określenie niezawodności. Wskazniki niezawodności. Struktury niezawodnościowe systemów. Niezawodność obiektów złożonych. Naprawialność. Trwałość maszyn. Kształtowanie niezawodności maszyn, sposoby zwiększania niezawodności. • Zarządzanie eksploatacją i zapewnienie utrzymania ruchu maszyn. Strategie eksploatacyjne. Zasady eksploatacji mfszyn. Nowoczesne podejście do utrzymania ruchu maszyn. • Matematyczne modele sterowania eksploatacją. Schemat systemu eksploatacji. Strategie i sterowania. Matematyczny opis sterowania eksploatacją urządzenia uogólnego. • 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_W04, K_U06, K_U08, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia elektrotechniki. Ładunek, prąd elektryczny. Pole elektrostatyczne, napięcie elektryczne, kondensatory. Obwód elektryczny - elementy, rodzaje. Strzałkowanie napięcia i prądu. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Moc i praca prądu elektrycznego. Źródła energii elektrycznej - rodzaje, charakterystyki prądowo-napięciowe. Sposoby łączenia rezystorów i źródeł w obwodach. Metody rozwiązywania liniowych obwodów rozgałęzionych prądu stałego - przykłady. • Pole magnetyczne wielkości pola. Prawa obwodów magnetycznych. Indukcja elektromagnetyczna - zjawisko indukcji, indukcyjność własna i wzajemna. • Klasyfikacja przebiegów zmiennych. Wytwarzanie napięcia sinusoidalnie zmiennego. Wartość chwilowa, średnia i skuteczna przebiegów sinusoidalnych. Elementy R-L-C w obwodzie prądu przemiennego. Wykresy wskazowe prądów i napięć. Przykłady rozgałęzionych obwodów prądu przemiennego i ich opis. • Układy trójfazowe prądu przemiennego, podstawowe pojęcia. Moc w układach trójfazowych. Zastosowanie układów trójfazowych. • Podstawy metrologii elektrycznej elektryczne przyrządy pomiarowe, elektryczne metody pomiarowe wielkości elektrycznych i nieelektrycznych. • Maszyny elektryczne - wiadomości ogólne, podział, rodzaje pracy. Transformatory - budowa, zasada działania, rodzaje, zastosowanie. Silniki indukcyjne - jedno- i trójfazowe: budowa, zasada działania, podstawowe własności ruchowe, zastosowanie. Maszyny prądu stałego - rodzaje, budowa, zasada działania. • Bezładzowe elementy półprzewodnikowe. 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. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 1	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_K01, K_K02, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
Podstawy konstrukcji maszyn 2	K_W03, K_W06, K_U01, K_U09, K_U13, K_U16, K_K01, K_K03, K_K04
<ul style="list-style-type: none"> • Sprzęgła: klasyfikacja, budowa podstawowych rodzajów sprzęgieł • Napędy mechaniczne: klasyfikacja napędów, kinematyka napędów. • Przekładnie walcowe o zębach prostych: geometria napędów, zasady obliczeń wytrzymałościowych • Przekładnie walcowe o zębach śrubowych: geometria przekładni, siły międzyzębne, obliczenia wytrzymałościowe • Przekładnie stożkowe o zębach prostych: geometria przekładni, podstawowe obliczenia wytrzymałościowe. • Przekładnie ślimakowe • Przekładnie cięgnowe • niezawodność elementów maszyn, proces eksploatacji, organizacja procesów obsługi maszyn 	
Podstawy MES	K_W03, K_W06, K_W15, K_U02, K_U06, K_U07, K_U09
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia stosowane w metodzie elementów skończonych (MES). Idea modelowania oraz podstawy rachunku macierzowego w zastosowaniu do zagadnień występujących w MES. Model pręta ściskanego-rozciąganego. Parametry węzłowe elementu skończonego (ES). Macierze przyporządkowania, warunków brzegowych, sztywności. • Energia odkształcenia prętowego ES. Odkształcenia i naprężenia w pręcie. Obciążenie kongruentne dla prętowego ES. Podstawy modelowania 	
<ul style="list-style-type: none"> kratownic płaskich i przestrzennych. • Model belkowego elementu skończonego. Równanie modelu zjawiska. Wektory parametrów węzłowych i macierz sztywności belkowego ES. • Obciążenie kongruentne dla belkowego ES. Podstawy modelowania ram płaskich i przestrzennych. Model płaskiego elementu skończonego. Liniowy element skończony dla zagadnienia płaskiego. • Energia odkształcenia i macierz sztywności ES zagadnienia płaskiego. Przykłady przestrzennych elementów skończonych. Przykładowe modele przestrzennych elementów skończonych. Metody tworzenia siatek elementów skończonych dla zagadnień płaskich i przestrzennych. • Zasady obsługi graficznego interfejsu użytkownika w systemie do obliczeń MES. Zasady przetwarzania danych i analizy wyników obliczeń MES na przykładach wybranych zagadnień inżynierskich 1D i 2D. Modelowanie belki wspornikowej z uwzględnieniem różnych przypadków obciążenia. • Modelowanie wariantów modeli obliczeniowych. Alternatywne metody definiowania kształtu modelu, właściwości materiałowych, warunków brzegowych i obciążeń, zmienności gęstości siatek elementów skończonych. Tworzenie siatek elementów skończonych dla wybranych modeli. • Modelowanie odkształceń wałka w procesie szlifowania wzdłużnego. • Modelowanie obciążonej tarczy z uwzględnieniem efektu koncentracji naprężeń. • Zasady modelowania struktury mechanicznej obciążonej cieplnie. Główne metody tworzenia modeli MES we współpracy systemu CAD z systemem MES - porównanie. 	
Podstawy technologii maszyn	K_W14, K_U02, K_U09, K_U16, K_U18, K_K03
<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 • Omówienie zasad BHP, . Struktura procesu technologicznego • Porównanie dokładności i naddatków na obróbkę w różnych półfabrykatkach • Błędy obróbki partii przedmiotów 	
Praktyka przemysłowa	K_W18, K_U11, K_K02, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Instruktaż z przepisów bhp i ppoż. obowiązujących na terenie przedsiębiorstwa. Struktura produkcyjna, organizacyjna i informacyjna przedsiębiorstwa. Procesy i urządzenia technologiczne w procesie produkcyjnym. Systemy nadzoru procesów technologicznych. Systemy zarządzania i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne i projektowania w przedsiębiorstwie (w tym systemy CAx). Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie. 	
Programowanie maszyny CNC 1	K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03

<ul style="list-style-type: none"> Zasady programowania obrabiarek CNC. Cechy charakterystyczne programowania obrabiarek CNC. Formaty bloków informacji. Programowanie ręczne obrabiarek CNC. Programowanie funkcji przygotowawczych i pomocniczych. Programowanie interpolacji liniowej i kołowej. Programowanie korekcji toru ruchu narzędzi. Programowanie cykli stałych. Programowanie parametryczne. Przykłady programowania ręcznego. Programowanie automatyczne CAD/CAM obrabiarek CNC. Cechy charakterystyczne programowania automatycznego. Program źródłowy. Modelowanie bryłowe i powierzchniowe. Tworzenie ścieżek narzędzi. Symulacja danych pośrednich. Generowanie programów sterujących. Przykłady programowania automatycznego. Sprawdzanie programów sterujących. Symulacja programów sterujących. Optymalizacja programów sterujących. Zapis składników bloków danych. Stosowanie korekcji toru ruchu narzędzi. Przykłady programów obróbki na tokarkę CNC. Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla tokarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. Programowanie zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych oraz zabiegów wiercenia, toczenia rowków i gwintów. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC. Obsługa stanowisk do wykonywania programów sterujących dla frezarek CNC. Programowanie torów ruchu narzędzia z wykorzystaniem interpolacji liniowej, interpolacji kołowej i korekcji promieniowej. Symulacja i weryfikacja poprawności kodu NC. Programowanie zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni oraz zabiegów wiercenia i frezowania płaszczyzn. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności kodu NC. 	<p>K_W05, K_W14, K_U06, K_U09, K_U16, K_K03</p>
<ul style="list-style-type: none"> Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego tokarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych i wewnętrznych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów wiercenia, gwintowania, fazowania i toczenia rowków. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. Tworzenie ścieżek narzędziowych, dla zabiegów toczenia gwintów. Kopiowanie i transformacje ścieżek narzędziowych w operacjach tokarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. Obsługa stanowisk CAD/CAM do programowania automatycznego frezarek CNC. Podstawy tworzenia modeli półfabrykatów na potrzeby obróbki w module CAM. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego czopów i kieszeni zamkniętych. Badania symulacyjne i weryfikacja poprawności danych pośrednich. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów nawiercania, wiercenia, fazowania, gwintowania oraz frezowania otworów i pogłębień. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. Tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów frezowania zgrubnego, kształtującego i wykończeniowego kieszeni otwartych i fazowania krawędzi. Kopiowanie i transformacja ścieżek narzędziowych w operacjach frezarskich. Symulacja i weryfikacja poprawności danych pośrednich. 	<p>K_W03, K_W07, K_U01, K_U08, K_U09</p>
<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 polikrystalicznych, zjawiska towarzyszące odkształceniom plastycznym, czynniki wpływające na opór plastyczny i plastyczność materiałów. Hutnicze procesy przeróbki plastycznej, przetwarzanie wsadów w postaci kęsisk lub wlewków, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na gorąco, półwyroby i wyroby hutnicze wytwarzane na zimno. Pozahutnicze procesy przeróbki plastycznej. Podział metod kształtowania. Metody kształtowania objętościowego brył (kucie i prasowanie, walcowanie, wyciskanie, ciągnięcie), metody kształtowania blach (ciągnięcie i wykrawanie, gięcie, wyłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie, operacje łączenia tłoczeniem, wyoblanie i zginięcie, obrotowe, obciążanie, wywijanie, obciskanie, rozciąganie, przebijanie) - podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów i ich właściwości. Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia plastycznego metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach. Wyznaczanie granicznego współczynnika odkształceń w procesie wyłaczania naczynia cylindrycznego. Spęcznie walców w procesie kucia swobodnego. Projektowanie procesu technologicznego wybranej (lub zadanej) części kształtowanej plastycznie. Dobór rodzaju i metody wytwarzania. Określenie warunków obróbki i przebiegu procesu technologicznego. Wykonanie podstawowych obliczeń inżynierskich i sporządzenie wymaganej dokumentacji. Dobór maszyn i urządzeń niezbędnych do realizacji procesu technologicznego 	<p>K_W02, K_W04, K_W07, K_W09, K_U04, K_U08, K_K03</p>
<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 	<p>polimerów. Zaliczenie</p> <ul style="list-style-type: none"> 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
<p>Seminarium dyplomowe PiAO</p>	<p>K_W05, K_W09, K_W19, K_U01, K_U03, K_U04, K_U06, K_K02, K_K05</p>
<ul style="list-style-type: none"> Wymagania formalne i redakcyjne pracy dyplomowej. Struktura treści i podział rozdziałów w zależności od rodzaju pracy (konstrukcyjna, technologiczna, badawcza). Współczesne konstrukcje i technologie w budowie maszyn technologicznych. Współczesne konstrukcje i technologie w budowie napędów i sterowań maszyn technologicznych. 	<p>K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03</p>
<p>Systemy CAM</p>	<p>K_W05, K_W14, K_W17, K_U02, K_U07, K_U09, K_K03</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAD. Podstawy modelowania geometrii części walcowych i pryzmatycznych. • Zaznajomienie z podstawowymi operacjami modelowania CAD w tym: modelowanie bryłowe, pochylenia, szyki, algebra Boole'a, modelowanie poprzez szkice. • Zaznajomienie z podstawowymi analizami obrabianej części pod względem zaokrąglenia, pochylenia, maksymalnego wysięgu narzędzia. • Zastosowanie modułu CAD na potrzeby modułu CAM - modyfikacje części obrabianych i tworzenie półfabrykatów. • Zaznajomienie z środowiskiem pracy zintegrowanego systemu produkcyjnego w zakresie modułu CAM. Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów toczenia zgrubnego i wykończeniowego powierzchni zewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiercenia, toczenia zgrubnego i wykończeniowego powierzchni wewnętrznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia rowków i podcięć. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części tokarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla toczenia gwintów oraz operacji tokarskich w dwóch zamocowaniach. Analiza symulacji obróbki wolumetrycznej. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania płaszczyzn i czopów elementów pryzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla frezowania kieszeni i rowków elementów pryzmatycznych. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: tworzenie ścieżek narzędziowych dla zabiegów wiertarskich wykonywanych na frezarkach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. • Programowanie obróbki części frezarskich: podstawy obróbki frezarskiej w kilku zamocowaniach. Weryfikacja poprawności danych pośrednich poprzez symulację zaprogramowanych ścieżek toru ruchu narzędzia. 	
Systemy komputerowe CAD	K_W06, K_U07, K_U13, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Element typu kostka. • Element typu wspornik. • Element typu foremka. • Element typu śruba. • Element typu łącznik. • Kolokwium zaliczeniowe (AutoCAD 3D). • Element typu kostka. • Element typu płytka (ćwiczenie szkicowania). • Element typu foremka. • Element typu wspornik. • Element typu tuleja. • Element typu dźwignia. • Kolokwium zaliczeniowe (Inventor). • Metody zapisu geometrii obiektów rzeczywistych. Odzworowania 2D i 3D obiektów technicznych. • Fazy i metody współczesnego procesu konstruowania. Przegląd technik CAX. • Modelowanie krzywych i powierzchni w systemach CAD. Modelowanie bryłowe 2,5D i 3D. • Modelowanie obiektowe i parametryczne. Modelowanie hybrydowe. • Stykowe i bezstykowe metody pobierania danych o geometrii obiektów rzeczywistych. Techniki Rapid prototyping. Rola systemów CAD w inżynierii odwrotnej. • Projektowanie współbieżne. Integracja systemów CAD/MES. Perspektywy i kierunki rozwoju systemów CAD. • test zaliczeniowy 	
Systemy narzędziowe i oprzyrządowanie	K_W05, K_W07, K_W09, K_W17, K_U01, K_U09, K_U16, K_U17, K_U18, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do systemów narzędziowych. Charakterystyka pracy narzędzi skrawających, parametry procesu roboczego, kształtowanie powierzchni przedmiotu w obróbce skrawaniem. • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla toczenia i frezowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru. Wpływ geometrii ostrza na obróbkę. • Wprowadzenie do systemów narzędziowych dla wiercenia i gwintowania - rodzaje obróbki, konfiguracje, kryteria doboru. • Trendy w budowie narzędzi skrawających. Kierunki rozwoju narzędzi skrawających, rozwój materiałów narzędziowych i powłok ochronnych. • Narzędzia mechatroniczne i wielozadaniowe • Uchwyty obróbkowe przedmiotowe - zasady ustalania i mocowania, podstawy projektowania, uchwyty składane. • Systemy narzędziowe dla toczenia - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla frezowania - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Systemy narzędziowe dla obróbki otworów i gwintów - przegląd rozwiązań, dobór dla zadanej geometrii i materiału przedmiotu obrabianego • Mocowanie narzędzi skrawających. Konfiguracja systemu narzędziowego. Mocowanie w obrabiarkach sterowanej numerycznie. Pomiary systemów narzędziowych bezpośrednio na obrabiarkach i ustawiakach zewnętrznych. • Wpływ geometrii ostrza na przebieg obróbki. Dobór łamacza wióra, materiału narzędziowego. • Wpływ rodzaju geometrii narzędzi i parametrów skrawania na uzyskiwaną chropowatość powierzchni po obróbce • Projektowanie uchwytów specjalnych. Projektowanie uchwytów składanych • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego toczenia - projekt • Dobór systemów narzędziowych i parametrów skrawania dla procesu technologicznego frezowania - projekt 	
Technologia informacyjna	K_W04, K_U01, K_U03, K_U07, K_U16, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Źródła informacji i metody komunikacji. Historia rozwoju informatyki. Sprzęt komputerowy i zadania systemu operacyjnego. Zasady zapisu informacji. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy przy użyciu komputerów. • Sieci komputerowe i usługi sieciowe. Podstawowe składniki architektury WWW. Interakcja w środowisku WWW. Tworzenie stron WWW. • Bezpieczeństwo i ochrona danych. Cele i zasady szyfrowania wiadomości. Kryptosystemy symetryczne i asymetryczne - klucz prywatny, klucz publiczny. Infrastruktura klucza publicznego. Podpis cyfrowy. Znaczenie ochrony danych. Przyczyny utraty danych. Zasady ochrony zasobów komputera. • Zasady opracowywania dokumentów tekstowych. Edytor tekstowy. Dokumenty i pliki. Paski narzędzi. Wyświetlanie tekstu. Operacje blokowe. Ogólne zasady pisania tekstów. Formatowanie tekstów. Rysunki. Tabele. Drukowanie dokumentu. Korespondencja seryjna. Praca z dużymi dokumentami - style, indeksy, spisy. • Arkusze kalkulacyjne: budowa arkusze, deklaracja nazw, formatowanie arkusza, zarządzanie danymi w arkuszu, automatyzacja pracy i sposoby adresacji komórek, funkcje i operacje dotyczące daty i czasu, wyrażenia i funkcje matematyczne, funkcje logiczne, analiza "co jeżeli...?", tabele przestawne, funkcje agregujące - sumy częściowe, filtrowanie danych (automatyczne i zaawansowane), graficzna prezentacja danych - wykresy, złożone problemy decyzyjne - optymalizacja liniowa z ograniczeniami - zagadnienie transportowe (Solver). • Obliczenia naukowe i inżynierskie. Wprowadzenie do programu MatLab. Obliczenia - zmienne i wyrażenia. Wektory i macierze. Wykresy. Równania algebry liniowej. Instrukcje warunkowe, iteracje. Pisanie prostych programów skryptowych. • Baza danych (tabele, kwerendy, raporty, formularze, relacje). • Grafika komputerowa. Bitmapy - edycja rysunku, zrzut ekranu, OLE. Grafika wektorowa - program Visio, tworzenie i edycja schematu. Grafika prezentacyjna - MS PowerPoint, tworzenie prezentacji - elementy prezentacji, sterowanie prezentacją 	
Technologia obróbki na obrabiarkach CNC	K_W05, K_W07, K_W14, K_U01, K_U02, K_U17, K_K03
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do technologii obróbki na obrabiarkach CNC • Omówienie warunków produkcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia obrabiarek CNC • Etapy projektowania procesu technologicznego dla potrzeb obróbki na obrabiarkach sterowanych numerycznie (CNC) • Dokumentacja technologiczna, elektroniczne bazy danych, komputerowo 	

wspomagane projektowanie procesów technologicznych • Dobór warunków obróbki: materiały obrabiane, narzędzia i parametry istotne podczas projektowania procesów technologicznych realizowanych na obrabiarkach CNC • Dobór warunków obróbki: strategie obróbkowe stosowane podczas obróbki na obrabiarkach CNC • Uruchamianie procesu technologicznego opracowanego głównie na obrabiarki sterowane numerycznie (CNC), analiza procesu, poprawa procesu • Zapoznanie się z programami oraz narzędziami do komputerowego wspomagania projektowania procesów technologicznych • Opracowanie własnego procesu technologicznego z zastosowaniem dostępnych środków technologicznych i narzędzi informatycznych	
Termodynamika techniczna	K_W02, K_W04, K_W08, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01, K_K03
<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 $X=\text{const}$. 9. Gazy rzeczywiste; równanie gazu van der Waalsa. Uniwersalne równanie gazu van der Waalsa. 10. Sprężarka tłokowa; wykres indykatorowy, politropa. Obliczanie strumienia gazu – sprawność objętościowa. Obliczanie mocy silnika napędzającego – sprawność izotermiczna. 11. Spalanie paliw; wartość opałowa i ciepło spalania. Niekonwencjonalne źródła energii. Problemy: obliczanie ilości powietrza i spalin, składu spalin, i temperatury spalin. Sprawność kotła. 12. Podstawy termoeconomiki – pojęcia podstawowe: 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 ciśnienia – sprawdzanie manometrów. 3. Pomiar ciśnienia – cechowanie mikromanometrów. 4. Pomiar temperatury – cechowanie termometrów. 5. Pomiar temperatury – wyznaczanie dynamicznej charakterystyki czujników. 6. Pomiar lepkości olejów. 7. Wyznaczanie wykładnika adiabaty 8. Pomiar wilgotności powietrza</p>	
Wytrzymałość materiałów 1	K_W02, K_W03, K_W06, K_U09, K_U16
<p>• Podstawowe pojęcia i określenia stosowane w wytrzymałości materiałów. Siły bierne i siły czynne. Siły zewnętrzne i siły wewnętrzne. Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia. Układy jednostek stosowane w obliczeniach wytrzymałościowych. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich. Twierdzenie Steinera • Rozciąganie i ściskanie - analiza naprężeń i odkształceń. Naprężenia dopuszczalne. Warunek wytrzymałościowy i sztywnościowy. Własności mechaniczne materiałów. Wykresy rozciągania. • Dwuosiowy i trójosiowy stan naprężenia. Zmiana wmiarów poprzecznych. Liczba Poissona. Uogólnione prawo Hooke'a • Skręcanie prętów o przekroju kołowym- analiza naprężeń i odkształceń • Zginanie - analiza naprężeń i odkształceń. Związek pomiędzy momentem gnącym i siłą tnącą. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Warunek wytrzymałościowy. • Hipotezy wycięcia materiału, zagadnienia wytrzymałości złożonej. Skręcanie prętów o przekroju niekołowym oraz prętów cienkościennych. Analiza naczyń cienkościennych</p>	
Wytrzymałość materiałów 2	K_W02, K_W03, K_W06, K_W08, K_U04, K_U08, K_U09, K_U16, K_K03
<p>• Wytrzymałość złożona. Zginanie ze skręcaniem. Zginanie z udziałem sił poprzecznych. • Wyboczenie sprężyste i sprężystoplastyczne. • Linie ugięcia belek - metoda analityczna oraz metoda Clebscha • Linie ugięcia belek- metoda analitycznowykreślna • Linie ugięcia belek - metoda energetyczna oraz Maxwella-Mohra. Ramy - wykresy sił wewnętrznych • Zwykła próba rozciągania. Próba ścisła rozciągania. Próba udarności i twardości metali. Modelowe badania elastooptyczne.</p>	
Zaawansowane systemy CAD/CAM	K_W05, K_U07, K_U09, K_U16, K_K03
<p>• Opracowanie modeli 3D różnych typów części maszyn • Opracowanie złoża różnych typów maszyn i mechanizmów. • Opracowanie dokumentacji technicznej 2D różnych typów części maszyn. • Automatyczne programowanie cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i weryfikacja opracowanych programów obróbkowych. • Analiza technologiczności obrabianych części. Zastosowanie narzędzi modelowania synchronicznego do modyfikacji geometrii modeli nieasocjatywnych. • Automatyczne programowanie indeksowanych cykli frezarskich 3D z uwzględnieniem oprzyrządowania technologicznego oraz symulacja i weryfikacja opracowanych programów obróbkowych.</p>	
Zarządzanie środowiskiem	K_W11, K_W12, K_W20, K_U01, K_U13, K_U17, K_U19, K_K01

• Wprowadzenie do zarządzania środowiskiem. Świadomość ekologiczna. Kultura i wiedza ekologiczna. Konflikty ekologiczne. Wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne. Skutki wprowadzania obciążeń. • Ochrona środowiska. Inicjatywy międzynarodowe na rzecz środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Modele i definicje zarządzania środowiskiem i zarządzania środowiskowego. Systemy zarządzania środowiskowego. Systemy niesformalizowane i sformalizowane. Czystsza produkcja jako niesformalizowany system zarządzania środowiskowego. Najlepsze dostępne praktyki w technice i technologiach. • Rodzina norm ISO serii 14000. Systemy Zarządzania Środowiskowego według norm ISO serii 14000 i innych aktualnych i krajowych norm. Ogólne wymagania. Polityka środowiskowa. Aspekty środowiskowe i ich identyfikacja. • Wdrażanie i dokumentowanie SZŚ zgodnych z normami ISO serii 14000. Etapy wdrażania SZŚ. Dokumentowanie i nadzór nad dokumentacją systemową. Funkcjonowanie i doskonalenie SZŚ. Odpowiedzialność i uprawnienia. Komunikacja, szkolenia i kompetencje. Sterowanie operacyjne. Reagowanie na awarie. Monitorowanie i pomiary. Działania korygujące i zapobiegawcze • Wybrane aspekty funkcjonowania SZŚ. Ekonomiczne i prawne aspekty funkcjonowania systemów zarządzania - prawodawstwo polskie i UE. Ewidencja i sprawozdawczość w zarządzaniu środowiskiem. Opłaty produktowe. • Ekologia przemysłowa. Zintegrowane zapobieganie i kontrola zanieczyszczeń. Emisje zanieczyszczeń. Pozwolenia zintegrowane. • Test • Utworzenie modelu organizacji wdrażającej SZŚ. Opracowanie zarządzenia o wdrożeniu SZŚ i harmonogramu prac wdrożeniowych. • Identyfikacja aspektów środowiskowych i wpływu na środowisko naturalne. Wybór aspektów znaczących • Opracowanie polityki środowiskowej. Analiza wymagań normy PN-EN ISO 14001:2005. Opracowanie wykazu dokumentacji. • Opracowanie wybranej procedury SZŚ. • Prezentacja i zaliczenie